



# **DIMENSIONAMENTO DE UM PAVILHÃO GIMNODESPORTIVO E EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO, COM ANÁLISE COMPARATIVA DE VÁRIAS SOLUÇÕES ESTRUTURAIS**

**PAULO JORGE FERREIRA BARBOSA MOREIRA**  
dezembro de 2018

**DIMENSIONAMENTO DE UM PAVILHÃO GIMNODESPORTIVO E EDIFÍCIO  
ADMINISTRATIVO, COM ANÁLISE COMPARATIVA DE VÁRIAS SOLUÇÕES  
ESTRUTURAIS**

PAULO JORGE FERREIRA BARBOSA MOREIRA

Projeto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: José Carlos de Almeida Gouveia Lello

**OUTUBRO DE 2018**





# ÍNDICE GERAL

Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Nota Biográfica.....	ix
Agradecimentos .....	xi
Índice de Texto .....	xvii
Índice de Figuras.....	xix
Índice de Tabelas.....	xxiii
Abreviaturas .....	xxvii
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Principais Condicionantes de Conceção do Projeto.....	11
CAPÍTULO 3    Quantificação e Combinação de Ações.....	19
CAPÍTULO 4    Descrição, Modelação e Dimensionamento Estrutural .....	59
CAPÍTULO 5    Análise Comparativa das Várias Soluções Estruturais .....	99
CAPÍTULO 6    Considerações Finais.....	111
Referências Bibliográficas .....	115
Anexo I – Proposta de Prospeção Geológica e Geotécnica.....	117
Anexo II – Tabela com o Cálculo do Efetivo das Utilizações Tipo.....	121
Anexo III – Desenhos Esquemáticos com a Distribuição dos Coeficientes de Pressão Finais .....	125
Anexo IV – Ângulo em Graus, da Normal Exterior dos Elementos Estruturais com o Norte .....	133
Anexo V – Proposta Para Construção Pré-fabricada do Gimnodesportivo e Projeto de Preparação (Transviga) .....	137
Anexo VI – Medições da Solução Adotada.....	149
Anexo VII – Planeamento da Solução Adotada .....	165
Anexo VIII – Desenhos Estruturais da Solução Adotada .....	179
Anexo IX – Convocatória da Reunião de Câmara Municipal de Penafiel .....	209
Anexo X – Ata Nº 18/2017 da Câmara Municipal de Penafiel .....	213



## RESUMO

O presente projeto teve o propósito de dimensionar um ginnodesportivo, um edifício administrativo, um túnel e uma bancada. As várias alternativas permitem uma análise comparativa dos seus elementos estruturais, com o intuito de encontrar a combinação mais económica. No pré-dimensionamento estrutural desenvolvido, foram aplicados os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo da formação académica. O dimensionamento foi elaborado e verificado tirando partido das potencialidades do software de cálculo automático da Autodesk, Robot Structural Analysis Professional 2017. A partir da análise do método de elementos finitos na modelação estrutural, foi possível obter as deformações para a combinação quase permanente de ações no Estado Limite de Serviço (ELS), nos elementos de casca como paredes e lajes e nas barras como vigas e pilares. A definição das ações seguiu os princípios preconizados nos eurocódigos estruturais, não sendo assim utilizada a regulamentação em vigor em Portugal - Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP) e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP). Sendo um trabalho académico de um caso real, permitiu que o aluno desenvolvesse competências práticas, de análise económica e comparativa das várias soluções estruturais, ajustando-as às necessidades do Centro Cultural Recreativo Desportivo São Vicente de Irivo (C.C.R.D.S.V. IRIVO), beneficiando o complexo desportivo de equipamento capaz de aumentar a prática de várias modalidades desportivas. Este trabalho visa favorecer o C.C.R.D.S.V. IRIVO e também o seu autor que assim divulgou o seu nome no mercado de trabalho, incluindo a experiência prática e académica que adquiriu ao longo da execução do mesmo. A formação profissional que teve necessidade de frequentar, ação de formação do software de cálculo automático Robot, realizada no Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (ITeCons-Universidade de Coimbra) de 2017/02/17 a 2017/02/25, foi também um importante contributo para a concretização do mesmo projeto. O trabalho desenvolvido trata do genérico do dimensionamento estrutural inserido no âmbito de um projeto de construções.

**Palavras-chave:** Dimensionamento; Análise Comparativa; Mercado de Trabalho; Formação; Robot.



## ABSTRACT

This project's purpose was to size a sports gymnasium, an administrative building, a tunnel and a grandstand. The various alternatives allow an analyze comparative its structural elements in order to find a less expensive solution. In the structural pré-dimensioning the theoretical and practical knowledge acquired during the academic training were applied. The dimensioning was developed and verified taking full advantage of the capabilities of automatic calculation software, such as Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017. From the analysis of the finite element method in structural modeling. It was possible to obtain the deformations for the almost permanent combination of actions in the State Service Limit (SLS), in the shell elements such as walls and slabs and in the bars as beams and pillars. The definition of actions followed the principles recommended in the structural Eurocodes, but I didn't use the regulations applied in Portugal, that are: Safety and Actions Regulation for Buildings and Bridges (RSAEEP) and the Reinforced and Prestressed Concrete Structures Regulations (REBAP). Being this an academic work, of a real case, this project allowed the student to develop practical skills, economic and comparative analysis of the various structural solutions, adjusting them to the needs of the Recreational Sports Cultural Center São Vicente de Irivo (C.C.R.D.S.V. IRIVO), benefiting the sport's complex of equipment capable of increasing the practice of several sport different activities. In this project, the student intended not only to benefit the C.C.R.D.S.V. IRIVO and his author which so disclosed his name in the labor market. Including the practical and academic experience that he acquired during its execution. The professional training that he had to attend, action training of automatic calculation software Robot, held at the Institute for Research and Technological Development for Construction, Energy, Environment and Sustainability, in the University of Coimbra (ITeCons) from 2017/02/17 to 2017/02/25, was also a contribute important to the concretization of the same project. The desenvolved work deals the generic of the structural sizing inserted within the scope of a constructions project.

**Keywords:** Sizing; Comparative Analysis; Job market; Training; Robot.



## NOTA BIOGRÁFICA

Paulo Jorge Ferreira Barbosa Moreira nasceu a 11 de julho de 1973, na freguesia de Parada de Todeia, concelho de Paredes.

Em 1979 iniciou o ensino primário na escola de Castromil, freguesia de Sobreira, concelho de Paredes.

Entre 1983 e 1985 frequentou o ciclo preparatório (telescola) na mesma freguesia, ingressando de seguida no ensino unificado na escola secundária de Baltar, onde conclui o 8º ano.

A partir do ano 1987 começou a trabalhar como ajudante na construção civil (nas obras), durante os períodos de férias letivas e sábados, despertando já nesta data, o interesse pela área profissional.

Em 1988 tendo vontade de seguir construção civil transferiu a matrícula para escola secundária de Paredes onde conclui o 9ºano na opção construção civil.

Em 1989 prossegue os estudos para o ensino secundário e ingressa na Escola Secundaria António Sérgio em Vila Nova de Gaia onde frequenta o Curso Técnico Profissional de Desenhador de Construção Civil nível 3 da CEE, até ao ano 1993.

Em 1990 iniciou atividade de desenhador de construção civil tendo criado o seu primeiro posto de trabalho e em colaboração com o Engenheiro Jorge António Moreira Alves do Rêgo elaborou alguns projetos de arquitetura e especialidades de moradias unifamiliares.

Em 1993 é convocado para o Serviço Militar Obrigatório deixando por concluir as disciplinas da formação específica do 12º ano para acesso ao ensino superior, neste serviço militar continua na área de civil como Desenhador de Construção Civil.

Em 1997 começa a trabalhar na Engil- Sociedade de Construção SA, na obra de duplicação da linha do Douro no troço Valongo-Cete. Hoje em dia, ainda considera que esta foi uma grande escola, tendo participado nos mais diversos trabalhos intrínsecos a este tipo de obra.

Em 2000 inicia funções de encarregado geral na empresa Moutim-Desenvolvimento Imobiliário Lda. a convite do seu sócio gerente Engenheiro João Moutinho da Silva, tendo então oportunidade de construir



várias obras, nomeadamente a conclusão do Edifício Mimosa da Urbanização da Quinta de São João em São Mamede Infesta, o Tribunal Administrativo e Fiscal do Porto na Rua Duque da Terceira, a Reabilitação do Edifício Minerva na Rua Doutor Alfredo Magalhães, no Porto, o In Guimarães Retail Park em São João de Ponte Guimarães e o In Ermesinde Retail Park em Ermesinde, entre outras.

Paralelamente frequenta várias formações profissionais, destacando a de desenho assistido por computador e a de medidor orçamentista no Sindicato da Construção, Obras Públicas e Serviços (SETACCOP) com uma carga horária de 350 horas cada, e ainda a de técnico de Topografia no Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte (CICCOPN) com uma carga horária de 1200 horas, em que 210 horas foram em contexto de trabalho na autoestrada A41.

Em 2009, por convite e obtenção de uma bolsa de estudo por parte da empresa Moutim-Desenvolvimento Imobiliário Lda., surge a possibilidade de ingressar no ensino superior, não estando preparado para tal, mas com um estado motivacional no auge, deu início a revisões de matemática frequentando explicações durante esse ano com explicadores particulares, e posteriormente a frequência do curso de formação de matemática para o ingresso no ensino superior de maiores de 23 anos do ISEP.

Concluído todo o processo, ingressa no ensino superior com média de 16 valores, na primeira fase em 2010, no curso de Licenciatura de Engenharia Civil do ISEP tendo-o concluído em 2014 com média de 12 valores.

Paralelamente, e com a crise instalada em Portugal, por todos conhecida, fica desempregado no mesmo ano em que ingressa no ensino superior, aproveitou esse facto para dedicar todo o tempo disponível ao estudo. Ao fim de um ano de desemprego surge, por convite e seleção do Instituto de Emprego e Formação Profissional (IEFP), a possibilidade de trabalho na construção de um salão de eventos e restaurante do Lousada Country Hotel em Lousada ao serviço da empresa Hoturb SA, com sede em Aveiro, obra essa, visitada pelos alunos do 2º ano da Licenciatura em Engenharia Civil do ISEP, no âmbito da unidade curricular de Estruturas de Edifícios (ESTED) tendo como responsável à época o Eng.º Rui Manuel Ferreira Gomes dos Santos.

Em 2014 ingressa no Mestrado de Engenharia Civil do ISEP do ramo Construções, do qual estão concluídas todas as unidades curriculares, exceto DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio). Profissionalmente integra, desde 2015 a empresa Sociedade de Construções VBL Lda. com sede na Maia, tendo iniciado no mesmo ano o processo de estágio formal para a Ordem dos Engenheiros (OE), sob o tema Adjunto da Direção Técnica da Empreitada “Residência Universitária de Gandra”, obra essa igualmente visitada pelos alunos do 2º ano da Licenciatura em Engenharia Civil do ISEP no mesmo âmbito da visita anterior, sendo membro efetivo da (OE) desde 10 de Março de 2016 na especialidade Engenharia Civil e Nível de Qualificação E1.

## **AGRADECIMENTOS**

Nestes primeiros parágrafos gostaria de expressar o meu sincero agradecimento a todos quantos me apoiaram neste percurso académico e em particular na elaboração deste trabalho.

Em primeiro lugar, sendo a existência humana composta de oportunidades, gostaria de aproveitar esta para agradecer aos meus Pais por me terem inculcido que “estudar é necessário e importante na progressão evolutiva de um ser”. [MOREIRA 2015]

À minha Esposa e Filha, que apesar de privarem com as minhas ausências, faltas de atenção e as consequentes chegadas tardias a casa, foram harmonizando as condições nomeadamente, a ajuda, a compreensão e o apoio dado ao longo da minha formação académica para a obtenção de um curso superior, muito obrigado por existíreis na minha vida.

Ao Engenheiro João Moutinho da Silva e aos seus familiares, por me terem dado a chave da ignição motivacional de continuar a estudar e em simultâneo abrindo as portas do caminho da aprendizagem de engenharia civil.

Aos docentes do ISEP-DEC que tive oportunidade de privar ao longo da formação académica, todos sem exceção, e em especial ao Eng.º José Manuel Martins Soares de Sousa, que me sensibilizou para a importância de prosseguir os estudos do mestrado, sendo a engenharia um processo de formação continua.

Ao Engenheiro José Carlos de Almeida Gouveia Lello, pela diretriz orientadora, ao qual agradeço toda a disponibilidade, compreensão e competência demonstradas durante a realização deste trabalho.

A todos o meu sincero agradecimento.



À minha família...

*“Na construção de nosso conhecimento, os livros são os tijolos e os professores são os pedreiros.”*

Jonathan Fonseca Fogo



À memória do Sr. António Nogueira

Ferreira ...

*“O Irivo precisa dos balneários e um pavilhão.”*

António Nogueira Ferreira



## ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Motivação .....	3
1.2	Âmbito e Principais Objetivos.....	4
1.3	Bases de Arquitetura .....	6
1.4	Estrutura do Projeto .....	10
CAPÍTULO 2	Principais Condicionamentos de Conceção do Projeto .....	11
2.1	Condicionantes Geológicas e Geotécnicas .....	11
2.2	Condicionantes das Exigências de Reação e Resistência ao Fogo .....	14
2.2.1	Utilizações-tipo .....	14
2.2.2	Cálculo do efetivo .....	15
2.2.3	Categoria de risco.....	15
2.2.4	Resistência ao fogo padrão mínima .....	16
2.3	Condicionantes de Acessibilidades ao Local da Obra .....	17
CAPÍTULO 3	Quantificação e Combinação de Ações.....	19
3.1	Definição de Ações.....	19
3.1.1	Ações permanentes .....	19
3.1.2	Ações variáveis .....	19
3.1.3	Ações de acidente.....	20
3.2	Quantificação de Ações .....	20
3.2.1	Ações permanentes .....	20
3.2.2	Ações variáveis .....	24
3.3	Combinação de Ações.....	56



3.3.1	Combinação de ações ELU.....	56
3.3.2	Combinação de ações ELS .....	56
CAPÍTULO 4	Descrição, Modelação e Dimensionamento Estrutural .....	59
4.1	Descrição dos Diferentes Modelos .....	59
4.1.1	Túnel .....	59
4.1.2	Edifício administrativo .....	62
4.1.3	Pavilhão gimnodesportivo .....	65
4.1.4	Bancada .....	67
4.2	Modelação e Dimensionamento dos Elementos Estruturais .....	68
4.2.1	Modelação do túnel, dimensionamento e quantificação de consumos .....	71
4.2.2	Modelação do edifício administrativo, dimensionamento e quantificação de consumos...	76
4.2.3	Modelação do gimnodesportivo, dimensionamento e quantificação de consumos .....	82
4.2.4	Modelação da bancada, dimensionamento e quantificação de consumos .....	91
CAPÍTULO 5	Análise Comparativa das Várias Soluções Estruturais .....	99
5.1	Análise do túnel .....	99
5.2	Análise do Edifício Administrativo .....	102
5.3	Análise do Edifício Gimnodesportivo .....	103
5.4	Análise da Bancada .....	105
5.5	Solução adotada, medições e planeamento.....	106
CAPÍTULO 6	Considerações Finais.....	111
6.1	Conclusões .....	112
6.2	Desenvolvimentos Futuros .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fotografia aérea do complexo.....	1
Figura 1.2 – Equipamento e trabalho de campo do levantamento topográfico do complexo.....	2
Figura 1.3 – Levantamento topográfico do complexo .....	3
Figura 1.4 - Apresentação do projeto de arquitetura .....	5
Figura 1.5 – 2ª Gala Trevos 2015/2016.....	5
Figura 1.6 – Personalidades institucionais .....	6
Figura 1.7 – Edifícios do empreendimento .....	7
Figura 1.8 – Implantação de túnel.....	7
Figura 1.9 – Pavilhão gimnodesportivo .....	8
Figura 1.10 – Bancada .....	8
Figura 1.11 - Plantas .....	9
Figura 1.12 – Alçados e corte .....	9
Figura 1.13 – Complexo desportivo.....	10
Figura 2.1 Excerto da carta geológica 1:500 000 dos serviços geológicos de Portugal (1992). <sup>[7]</sup> .....	13
Figura 2.2 Extrato de Ortofotomapa 1:5000 do SIG- PENAFIEL (adaptada com fotos do autor).....	17
Figura 2.3 Extrato da fotografia aérea obtido utilizando a ferramenta Google Earth Pro .....	18
Figura 2.4 Extrato da fotografia aérea obtido utilizando a ferramenta Google Earth Pro .....	18
Figura 3.1 – Corte túnel.....	21
Figura 3.2 - Zonamento do território .....	27
Figura 3.3 – Edificado e orografia do meio envolvente .....	30
Figura 3.4 – Coeficiente de exposição $C_e(z)$ .....	31
Figura 3.5 – Vento na direção X (Planta).....	32

Figura 3.6 – Vento na direção Y (Planta) .....	33
Figura 3.7 – Altura de referência e perfil pressão dinâmica .....	33
Figura 3.8 – Zonas das paredes verticais.....	34
Figura 3.9 – Valores dos coeficientes de pressão exterior considerados nas direções X, Y nas diversas zonas das paredes verticais.....	35
Figura 3.10 – Corte transversal do pavilhão gimnodesportivo .....	36
Figura 3.11 – Diferença de nível dos tipos de cobertura .....	36
Figura 3.12 – Alturas a considerar nas coberturas em terraço .....	37
Figura 3.13 – Zonamento das coberturas em terraço.....	37
Figura 3.14 – Zonamento da cobertura em terraço áreas e pressões .....	38
Figura 3.15 – Zonamento das coberturas de duas vertentes.....	40
Figura 3.16 – Zonamento da cobertura de duas vertentes, áreas e os dois casos de combinação de pressões na direção do vento $\theta = 0^\circ$ .....	42
Figura 3.17 – Zonamento da cobertura de duas vertentes áreas e pressões, na direção do vento $\theta = 90^\circ$ .....	43
Figura 3.18 – Pressão exercida em superfícies.....	43
Figura 3.19 – Zonamento sísmico em Portugal Continental .....	45
Figura 3.20 – Forma do espectro de resposta elástica .....	49
Figura 3.21 – Forma do espectro de resposta elástica com o valor de referência $\eta = 1$ .....	50
Figura 3.22 – Forma do espectro de resposta elástica com o valor de referência $\eta = 1,195$ .....	50
Figura 3.23 – Zonamento térmico para as condições de Inverno ( $T_{min}$ ) e Verão ( $T_{max}$ ) no Continente .....	52
Figura 3.24 – Diagramas das componentes de um perfil de temperatura .....	54
Figura 4.1 – Planta e corte do túnel do projeto arquitetura.....	60
Figura 4.2 – Planta e corte do túnel exemplificativos da colocação de “Box-Culvert” monobloco.....	60
Figura 4.3 – Planta sobreposta e corte do túnel com elementos pré-fabricados.....	61
Figura 4.4 – Perspetiva do edifício administrativo extraída do Robot.....	62
Figura 4.5 – Perspetiva do edifício administrativo extraída do Robot.....	63
Figura 4.6 – Plantas alçados e corte do edifício administrativo.....	64

Figura 4.7 – Perspetiva do gimnodesportivo (estrutura integral de betão armado com vigas delta) .....	65
Figura 4.8 – Perspetiva do gimnodesportivo (estrutura de betão armado com treliça metálica).....	66
Figura 4.9 – Perspetiva do gimnodesportivo (estrutura metálica) .....	67
Figura 4.10 – Perspetiva da bancada (solução integral de betão armado).....	67
Figura 4.11 – Perspetiva da bancada (solução mista, aço e betão) .....	68
Figura 4.12 – Modelação inicial.....	68
Figura 4.13 – Pré-dimensionamento do edifício gimnodesportivo.....	69
Figura 4.14 – Diagrama dos momentos em y.....	70
Figura 4.15 – Diagrama de esforço transverso.....	70
Figura 4.16 – Diagrama de esforço axial .....	70
Figura 4.17 – Modelação do túnel.....	74
Figura 4.18 – Características geométricas da fundação .....	76
Figura 4.19 – Modelação do edifício administrativo.....	81
Figura 4.20 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão integral) .....	86
Figura 4.21 – Deformação máxima de pórtico com viga delta .....	87
Figura 4.22 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão integral) .....	87
Figura 4.23 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão e viga treliça) .....	88
Figura 4.24 – Deformação máxima de pórtico com viga treliça.....	89
Figura 4.25 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução metálica) .....	89
Figura 4.26 – Modelação da bancada (solução de betão armado) .....	94
Figura 4.27 – Modelação da bancada (solução híbrida, metálica e betão) .....	96
Figura 5.1 – Transporte elementos pré-fabricados box culvert.....	100
Figura 5.2 – Trajeto de transporte elementos pré-fabricados “box culvert”.....	101
Figura 5.3 – Estaleiro de construção tradicional.....	106
Figura 5.4 – Estaleiro de construção pré-fabricada (fundações) .....	107
Figura 5.5 – Estaleiro de construção pré-fabricada (colocação de pilares e vigas).....	107
Figura 5.6 – Estaleiro de construção pré-fabricada (consolas curtas e apoio de lajes) .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.7 – Ligações por perno e grout.....	108
Figura 5.8 – Montagem de lajes painel alveolar .....	109
Figura 5.9 – Betonagem de lajes .....	109
Figura 5.10 – Caleiras e soldas .....	110
Figura 6.1 – Fase de conclusão para aplicação do relvado sintético no campo de futebol .....	111

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Definição de classes de consequências .....	11
Tabela 2.2 – Orientação para a atribuição da Categoria Geotécnica.....	12
Tabela 2.3 – Valores típicos de parâmetros físicos de solos residuais do granito do Noroeste de Portugal (adaptado de Viana da Fonseca, Matos Fernandes e Cardoso, 1997-Quadro 1.9) .....	14
Tabela 2.4 – Categorias de risco da utilização-tipo III “Administrativos” .....	15
Tabela 2.5 – Categorias de risco da utilização-tipo VI “Espetáculos e reuniões públicas” .....	16
Tabela 2.6 – Resistência ao fogo padrão mínima de elementos estruturais de edifícios.....	16
Tabela 3.1 – Cargas permanentes .....	20
Tabela 3.2 – Restantes cargas permanentes (túnel) .....	21
Tabela 3.3 – Restantes cargas permanentes (edifício administrativo) .....	22
Tabela 3.4 – Restantes cargas permanentes (edifício ginodesportivo) .....	23
Tabela 3.5 – Restantes cargas permanentes (bancada).....	23
Tabela 3.6 – Sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas de edifícios. ....	25
Tabela 3.7 – Sobrecargas em estacionamento e zonas de circulação de veículos.....	25
Tabela 3.8 – Sobrecargas em coberturas da Categoria H. ....	25
Tabela 3.9 – Valores dos coeficientes $\psi$ usados nas combinações.....	26
Tabela 3.10 – Valores de calculo da carga de neve.....	28
Tabela 3.11 – Cálculo do valor de referência da velocidade do vento e fatores utilizados.....	29
Tabela 3.12 – Categorias de terreno e respetivos parâmetros.....	31
Tabela 3.13 – Resumo dos valores das pressões do vento .....	32
Tabela 3.14 – Resumo dos valores das dimensões direção X .....	32
Tabela 3.15 – Resumo dos valores das dimensões direção Y .....	33

Tabela 3.16 – Valores dos coeficientes de pressão exterior considerados nas direções X, Y.....	34
Tabela 3.17 – Resumo dos valores das dimensões para a cobertura em terraço.....	36
Tabela 3.18 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas em terraço.....	39
Tabela 3.19 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas de duas vertentes.....	41
Tabela 3.20 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas de duas vertentes.....	42
Tabela 3.21 – Valor característico da ação do vento .....	44
Tabela 3.22 – Definição do zonamento sísmico do concelho de Penafiel .....	46
Tabela 3.23 – Definição do zonamento sísmico do concelho de Penafiel .....	46
Tabela 3.24 – Classes de importância para os edifícios .....	47
Tabela 3.25 – Coeficientes de importância $\gamma I$ .....	47
Tabela 3.26 – Valores das acelerações e coeficientes .....	48
Tabela 3.27 – Valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos .....	48
Tabela 3.28 – Período de vibração natural do edifício-Ted (s) .....	51
Tabela 3.29 – Valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos verticais.....	51
Tabela 3.30 – Valores da aceleração vertical .....	52
Tabela 3.31 – Valores das temperaturas mínimas e máximas.....	53
Tabela 3.32 – Temperaturas indicativas $T_{in}$ para ambientes interiores.....	53
Tabela 3.33 – Temperaturas indicativas $T_{out}$ para zonas de edifícios acima do solo .....	53
Tabela 3.34 – Temperaturas $T_{out}$ para a zona de implantação do edifício acima do solo.....	54
Tabela 3.35 – Variação uniforme de temperatura $\Delta T_u$ para condições inverno/verão .....	55
Tabela 3.36 – Coeficientes de dilatação linear.....	55
Tabela 4.1 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (túnel).....	74
Tabela 4.2 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	75
Tabela 4.3 – Caraterísticas dos elementos estruturais .....	75
Tabela 4.4 – Caraterísticas geométricas e físicas dos elementos estruturais.....	75
Tabela 4.5 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (edifício administrativo).....	80
Tabela 4.6 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	81

Tabela 4.7 – Materiais e classe de exposição.....	81
Tabela 4.8 – Caraterísticas dos elementos estruturais .....	82
Tabela 4.9 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (Gimnodesportivo).....	85
Tabela 4.10 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	86
Tabela 4.11 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	88
Tabela 4.12 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	90
Tabela 4.13 – Quantidades de material (estrutura metálica) .....	90
Tabela 4.14 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (Bancada) .....	93
Tabela 4.15 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	94
Tabela 4.16 – Materiais e densidade de armadura nos elementos a comparar.....	94
Tabela 4.17 – Quantidades de material, densidade de armadura (estrutura de betão-bancada) .....	95
Tabela 4.18 – Deslocamentos nodais (extremos globais) .....	96
Tabela 4.19 – Quantidades de Aço S275, e área de pintura (estrutura hibrida-bancada).....	97
Tabela 5.1 – Valores unitários aplicados.....	99
Tabela 5.2 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo A.....	100
Tabela 5.3 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo B.....	101
Tabela 5.4 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo C.....	102
Tabela 5.5 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais.....	103
Tabela 5.6 – Resumo dados da treliça.....	104
Tabela 5.7 – Resumo das quantidades globais da estrutura metálica-Gimnodesportivo (modelo B).....	104
Tabela 5.8 – Resumo dos consumos globais dos elementos estruturais da bancada modelo A.....	105
Tabela 5.9 – Resumo das quantidades globais dos elementos estruturais da bancada modelo B.....	105
Tabela 5.10 – Síntese dos modelos adotados e critério de seleção.....	106





## ABREVIATURAS

C.C.R.D.S.V. IRIVO - Centro Cultural Recreativo Desportivo São Vicente de Irivo

RSAEEP - Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

ITeCons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade

ELS - Estado Limite de Serviço

ELU - Estado Limite Último

DIPRE - Dissertação/Projeto/Estágio

CEE - Comunidade Económica Europeia

SETACCOP - Sindicato da Construção, Obras Públicas e Serviços

CICCOPN - Centro de Formação Profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte

IEFP - Instituto de Emprego e Formação Profissional

ESTED - Estruturas de Edifícios

OE - Ordem dos Engenheiros

ENGGEOT - Engenharia Geotécnica

$\gamma_s$  - Peso volúmico das partículas sólidas

$w_L$  - Limite de liquidez

$I_p$  - Índice de plasticidade

$w$  - Teor em água

$S$  - Grau de saturação

$e$  - Índice de vazios

$\gamma$  - Peso volúmico

## GLOSSÁRIO

SP - Situações de Projeto

RCP - Restantes Cargas Permanentes

*IN SITU* - No local da obra

ETICS - External Thermal Insulation Composite Systems

PIR - Poliisocianurato (poliuretanos com a estrutura do polímero modificada com estruturas de isocianurato) <sup>[1]</sup>

*Offshore* - Afastadas da costa marítima

XPS - Poliestireno extrudido

ERFI - Empresa de revestimentos e perfilados.

CQP - Combinação Quase Permanente

WBS - Work breakdown structure

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

No âmbito da unidade curricular DIPRE, visto que é dada ao mestrando a possibilidade de poder criar o próprio tema, este idealizou um trabalho enquadrado em dois ambientes, o académico e o real, vocacionado para a causa social. Daí a escolha do projeto de requalificação do complexo desportivo de S. Vicente de Irivo, servindo de base ao trabalho académico.

O Centro Cultural Recreativo Desportivo São Vicente de Irivo localiza-se na freguesia de Irivo, concelho de Penafiel, distrito do Porto, foi fundado 1982, dedica-se à prática de Futebol, tendo na presente época quatro equipas masculinas, infantis, benjamins, juniores e séniores e uma equipa feminina de séniores, esta modalidade é praticada em campo de terra batida como mostra a figura 1.1



Figura 1.1 – Fotografia aérea do complexo

Fonte: (Extrato Google Earth)

No ambiente académico faz parte integrante da disciplina DIPRE do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, abordando o tema:

“Dimensionamento de um pavilhão ginnodesportivo e edifício administrativo, com análise comparativa de várias soluções estruturais”

O C.C.R.D.S.V.IRIVO, na procura de financiamento junto da Câmara Municipal de Penafiel, para a reabilitação do balneário existente ou construir um balneário novo e eventualmente a aplicação de um relvado sintético, tinha a necessidade de apresentar um estudo que contemplasse as pretensões do C.C.R.D.S.V.IRIVO, ficou então estabelecido verbalmente entre o autor e os representantes, à época, do Centro Cultural Recreativo Desportivo São Vicente de Irivo, que ele próprio elaboraria esse mesmo estudo e o disponibilizava gratuitamente.

No sentido de honrar o compromisso, disposto no paragrafo anterior o autor deu inicio ao trabalho de campo para a elaboração de levantamento topográfico em 17 de setembro 2016, utilizando o equipamento apresentado na figura 1.2, uma estação total PENTAX PTS-V3 e uma caderneta electrónica para registo de dados TDS RECON, sendo este equipamento propriedade do mesmo.



a) Estacionar estação total



b) Equipamento de medição

Figura 1.2 – Equipamento e trabalho de campo do levantamento topográfico do complexo

Concluído o trabalho de campo com o registo total de 267 pontos e 5 estações, deu-se inicio ao trabalho de gabinete utilizando o software autocad civil 3d, resultando assim o levantamento topográfico representado na figura 1.3.

Este elemento inicial serviu como ponto de partida para começar o trabalho. Assim foi comunicado aos responsáveis do MEC-ISEP da disciplina TPC-DIPRE, no sentido de apresentar o tema e a pretensão do autor e obter autorização dos mesmos para a sua elaboração no ambito académico, pressupondo a procura de orientador pelo próprio a qual se concretizou, contudo foi necessário elaborar o projeto de arquitetura pretendido que contou com algumas linhas de orientação do Sr. Arquiteto Sílvio Silva, “natural

de Paredes e residente em Lordelo, o poeta Sílvio Silva é arquiteto de profissão e um dos mais recentes correspondentes do jornal Progresso de Paredes.” [2]

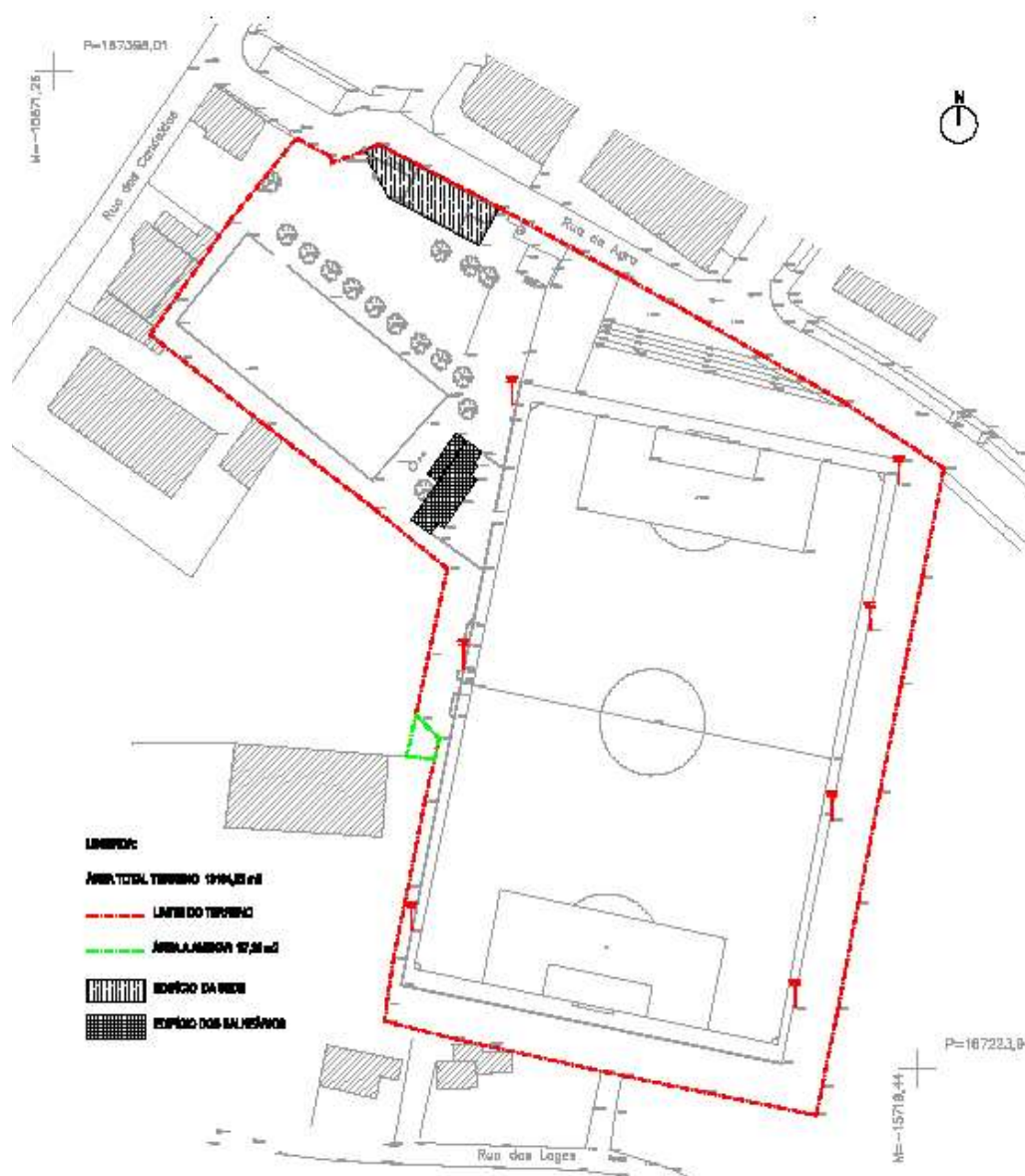


Figura 1.3 – Levantamento topográfico do complexo

Após uma reunião com o próprio, o autor elaborou as peças desenhadas que fazem parte deste trabalho, no âmbito real estas foram os elementos que serviram para o C.C.R.D.S.V. IRIVO apresentar ao município de Penafiel.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

*“Deus quer, o homem sonha, a obra nasce”.* [Fernando Pessoa]

Tendo a plena consciência que esta frase se enquadra neste trabalho académico, de um caso real, que está direcionado para dois públicos, os avaliadores e os eventualmente executores, daí ao fim destes anos ter discernimento pleno que a opção tomada foi acertada.

Tal como está plasmado na nota biográfica pode denotar-se o fecho de um ciclo, todo este caminho para ser alcançado, foi preciso acreditar, sonhar e nunca desistir. Por conseguinte, o aluno não almeja ser reduzido a um técnico, mas sim aquele que domina a ciência e a técnica ao serviço da sociedade e contribui dessa forma para a evolução harmoniosa e melhoria das condições humanas.

Em forma de conclusão a Engenharia é uma atividade de grande responsabilidade social, e numa sociedade em que o objetivo é o máximo lucro, com uma constante perda e troca de valores, o dever de quem a exerce é torná-la voltada para as pessoas de todos os quadrantes da sociedade, engenharia de iniciativa social, solidária, pró-ativa, organizativa e promotora de eventos solidários, colhendo dividendos não só monetários que possam servir para ajudar os mais necessitados, como também colher dividendos intangíveis, de forma a dotar as pessoas da percepção de que a Engenharia faz falta, é necessária para o desenvolvimento do planeta e daqui nasce a obra.

Para além dos fatores apresentados, que por si só são precursores, existem outros que facultam motivação acrescida nomeadamente a escolha do aluno e a aceitação por parte do orientador do projeto Sr. Engenheiro José Carlos De Almeida Gouveia Lello, abrindo a possibilidade de se obter um bom projeto, minimizando implicações que este terá ao longo do processo construtivo, bem como na fase de manutenção e exploração da construção, e ainda o modelo que este será para o aluno no exercício futuro da sua atividade profissional.

## 1.2 ÂMBITO E PRINCIPAIS OBJETIVOS

O presente trabalho enquadra-se no âmbito do final do curso de Mestrado em Engenharia Civil, do ramo Construções, do Instituto Superior de Engenharia do Porto e na continuidade do processo de execução de um projeto estrutural de um ginnodesportivo e um edifício administrativo. Dando cumprimento à arquitetura estabelecida, encontrar a solução mais económica e em simultâneo oferecer ao C.C.R.D.S.V.IRIVO um documento que permita procurar apoios nacionais e europeus das mais diversas formas, tendo presente que, *“o mecenato desportivo veio criar ao movimento associativo condições mais favoráveis para captar financiamentos e donativos do sector privado”*,<sup>[3]</sup> e a partir desta procura permitir o aumento de equipamento capaz de por em prática várias modalidades desportivas no complexo não descurando que *“o associativismo assume, cada vez mais, um papel estratégico no âmbito do Sistema Desportivo, Cultural e Juvenil, uma vez que estas estruturas, dada a proximidade face aos cidadãos,*



*afirmam-se quer como polos de desenvolvimento local, promovendo a crescente oferta de atividades, quer como espaços para fomentar hábitos de cidadania ativa”.* [4]

Os objetivos deste “projeto visam a integração e aplicação de conhecimentos, competências e atitudes adquiridas ao longo do curso e a aquisição de novos conhecimentos, para o desenvolvimento, em meio académico, de um projeto concreto e complexo de engenharia civil. Sendo um trabalho de aplicação industrial, que promoveu o desenvolvimento de capacidades de iniciativa, de decisão, de trabalho individual de inovação tecnológica”. [5]

Assim sendo, este trabalho foi precursor de uma apresentação pública do projeto de arquitetura como se constata na figura 1.4, o autor viu desta forma, o seu nome divulgado na comunidade de Irivo.



Figura 1.4 - Apresentação do projeto de arquitetura

Fonte: (Sky Com - <https://www.facebook.com/irivofutebolweb/videos/706778429489677/?t=20>)

A figura 1.5, representa a sala onde foi feita a 2ª Gala Trevos 2016/2017, com um total de 150 pessoas que assistiram à apresentação.

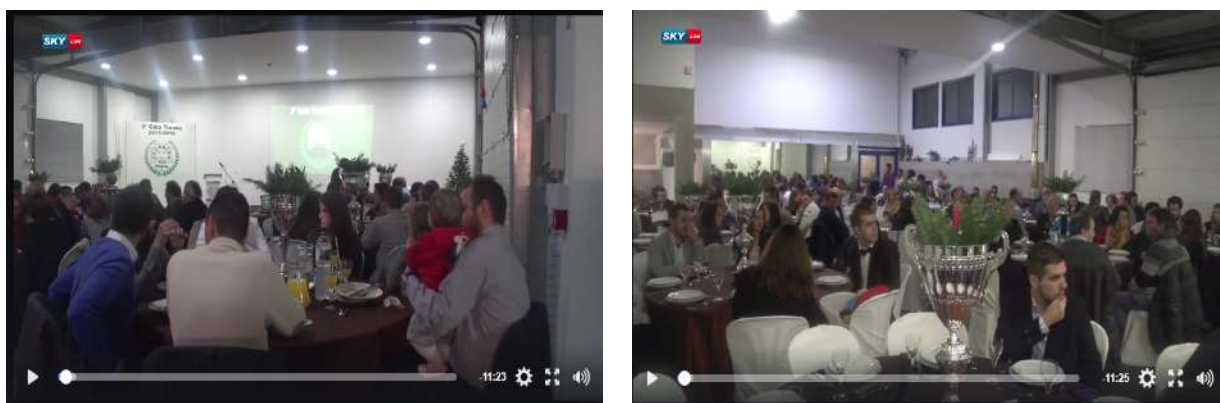


Figura 1.5 – 2ª Gala Trevos 2015/2016.

Fonte: (Sky Com - <https://www.facebook.com/irivofutebolweb/videos/706778429489677/?t=20>)



Entre os presentes estiveram também personalidades institucionais, como evidencia a figura 1.6, destaca-se ao centro o Exmo. Presidente da Câmara Municipal de Penafiel, Dr. Antonino Sousa, à esquerda o Exmo. Presidente do C.C.R.D.S.V.IRIVO, Sr. Manel Nogueira Coelho, à direita o Exmo. Vice-presidente da Federação de Futebol Amador do Concelho de Penafiel, Sr. Carlos Coelho e ainda o Exmo. Presidente da Junta de Freguesia de Irivo, Sr. José Miguel de Sousa Fernandes.



Figura 1.6 – Personalidades institucionais

Fonte: (Sky Com - <https://www.facebook.com/irivofutebolweb/videos/706778429489677/?t=20>)

Todos estes factos motivaram solicitações para a execução de outros trabalhos na comunidade cimentando experiência prática.

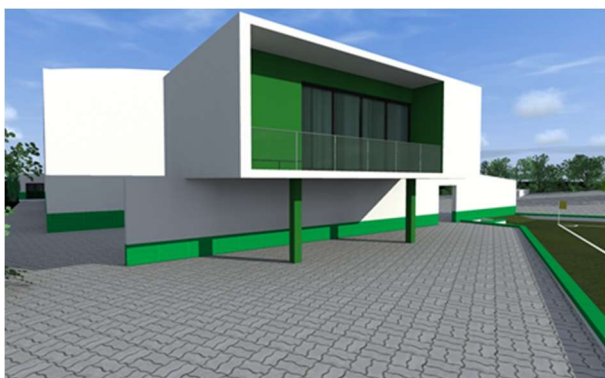
Em relação à experiência académica, estes desenvolvimentos ao longo da execução do trabalho, permitiram através do seu conteúdo obter criatividade e originalidade, que geralmente neste tipo de trabalho são difíceis de encontrar.

A frequência em ação de formação do software de cálculo automático Robot, realizada na ITeCons-Universidade de Coimbra. Prevista inicialmente aquando da apresentação de TPC\_DIPRE, com o objetivo intrínseco de permitir modelar todos os elementos estruturais e tirar partido do potencial do software.

### 1.3 BASES DE ARQUITETURA

O complexo atualmente divide-se em duas zonas distintas como se pode ver na figura 1.3, levantamento topográfico, a zona do campo de futebol e a zona do ringue e do edifício onde estão instalados o bar e uma pequena sala de reuniões, a separar estas duas zonas encontram-se os balneários existentes. O empreendimento a levar a efeito irá manter estas duas zonas distintas, a separação das mesmas será materializada por uma parede de separação coincidente com o plano do alinhamento principal do projeto,

reduzindo a visibilidade da zona do edifício gimnodesportivo para o campo de futebol. Desta forma o público será obrigado a deslocar-se para as bancadas do campo de futebol nos dias em que haja eventos desportivos no mesmo, o que até então não acontece. O edifício administrativo em betão armado, com um comprimento 12,00m, uma largura de 7,00m e uma altura de 6,50m, assente em dois pilares e na parede de separação acima referida, materializa a separação das zonas acima descritas, como se pode ver na figura 1.7.



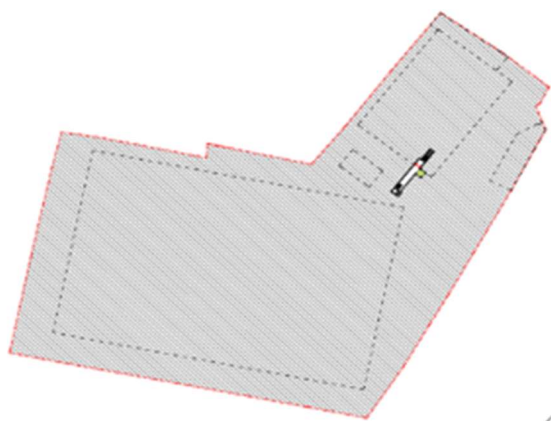
a) Edifício Administrativo apoiado nos pilares



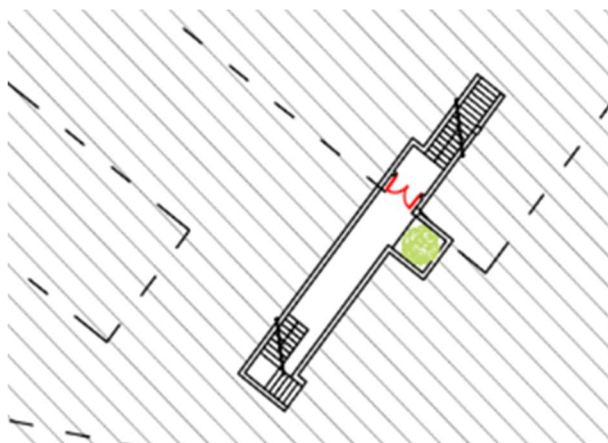
b) Edifício Administrativo apoiado na parede

Figura 1.7 – Edifícios do empreendimento

Com a necessidade de separar o público das equipas de futebol e de arbitragem existe um túnel na direção ortogonal ao plano do alinhamento principal a interligar os balneários no edifício gimnodesportivo e o campo de futebol como demonstra a figura 1.8. este tem as dimensões interiores de 12,98m de comprimento, 2,01m de largura e 2,20m de altura.



a) Localização do túnel



b) Túnel

Figura 1.8 – Implantação de túnel

O pavilhão gimnodesportivo, com um comprimento 41,59m, uma largura de 29,34m e uma altura de 8,99m, apresentado na figura 1.9 será construído em estrutura metálica, e, ou, em betão armado pré-fabricado.



a) Vista exterior



b) Vista interior

Figura 1.9 – Pavilhão gimnodesportivo

Neste edifício existe uma bancada com 36,15m de comprimento e com uma capacidade de 176 lugares sentados com mostra a figura 1.10, esta poderá ser em betão armado pré-fabricado, estrutura metálica ou mista.



a) Vista panorâmica



b) Vista de frente

Figura 1.10 – Bancada

As peças desenhadas, para além do levantamento topográfico e da planta do piso -1, (túnel), fazem ainda parte deste estudo as plantas da figura 1.11.

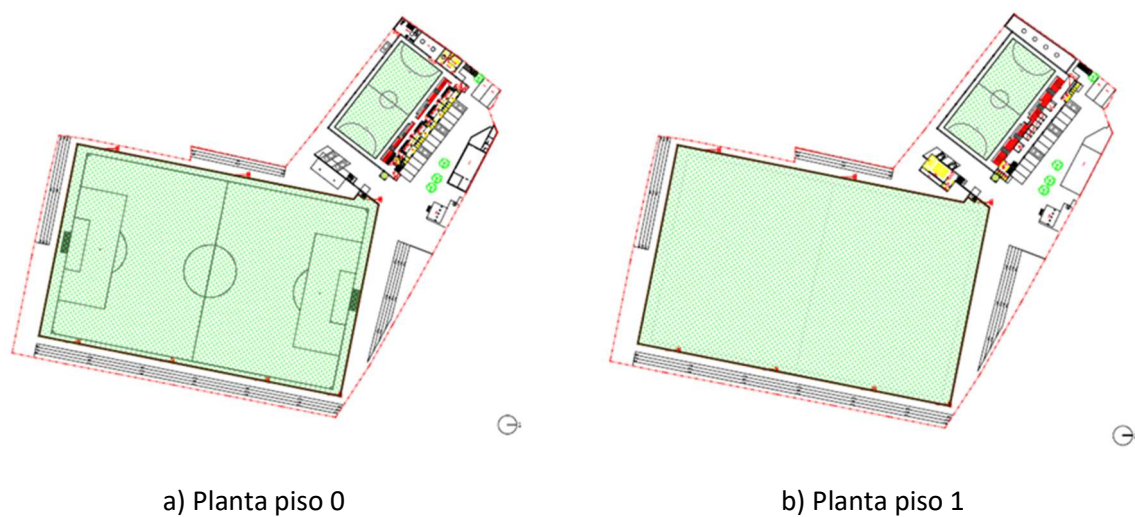


Figura 1.11 - Plantas

Para concretizar as bases de arquitetura, na figura 1.12 estão representados os alçados e corte, peças desenhadas, necessárias para a definição geométrica dos edifícios.

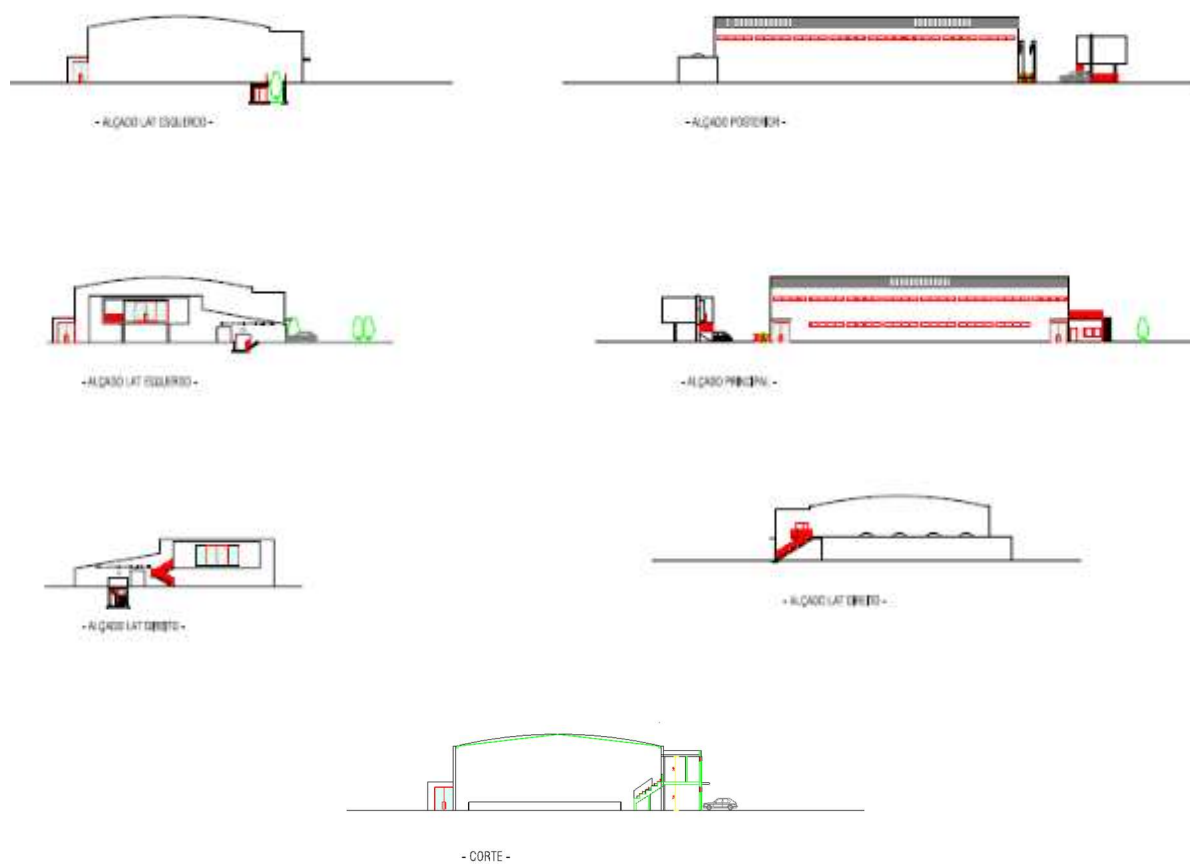


Figura 1.12 – Alçados e corte

O resultado que se pretende é o apresentado na figura 1.13, complexo desportivo.

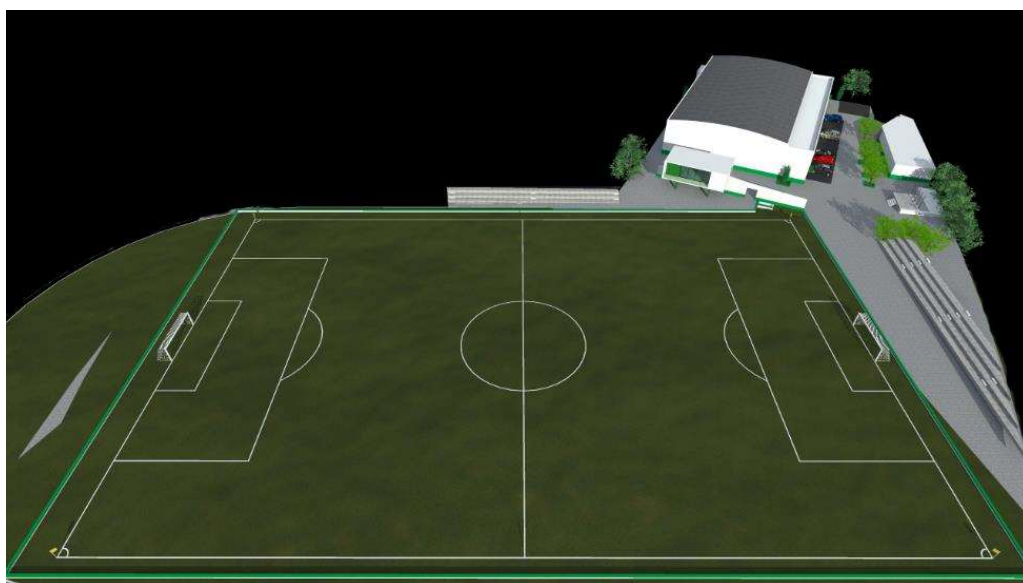


Figura 1.13 – Complexo desportivo

## 1.4 ESTRUTURA DO PROJETO

Este trabalho está organizado em 6 capítulos. No primeiro capítulo encontra-se a introdução que conta com a motivação, o âmbito e principais objetivos, descrição das bases de arquitetura e a estrutura do projeto.

O segundo capítulo trata as principais condicionantes do projeto, como as condicionantes geológicas e geotécnicas, as condicionantes das exigências da reação ao fogo e as condicionantes de acessibilidades ao local da obra.

O capítulo terceiro aborda a quantificação e combinação das ações, com base nos eurocódigos.

No quarto capítulo temos a descrição dos vários modelos, a sua modelação e consequente dimensionamento estrutural dos elementos estruturais, lajes, vigas, pilares, bancadas e paredes.

No capítulo quinto do projeto, apresenta-se a análise comparativa das várias soluções estruturais, justificando as opções tomadas com base na valorização dos elementos passíveis de serem comparados, constituindo a base do critério de obtenção da solução a adotar. Na finalização é evidenciada a elaboração do mapa de quantidades, a partir das medições da solução adotada e o planeamento da fase de projeto.

Finalmente no sexto capítulo apresenta-se as considerações finais, a conclusão obtida com a elaboração deste trabalho e os desenvolvimentos futuros.



## CAPÍTULO 2

### PRINCIPAIS CONDICIONANTES DE CONCEÇÃO DO PROJETO

#### 2.1 CONDICIONANTES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS

Neste tipo de obra o procedimento a adotar para avaliar a capacidade de resistência do solo de fundação deve ter em conta o previsto no EC7, a atribuição da Categoria Geotécnica é definida de acordo com a classe de consequências, na tabela 2.1, está devidamente identificada a classe (CC3) para o ginnodesportivo e a classe (CC2) para o edifício administrativo.

Tabela 2.1 – Definição de classes de consequências

(Quadro B.1\_NPEN001990\_2009)

Classe de consequências	Descrição	Exemplos de edifícios e de obras de engenharia civil
CC3	Consequência elevada em termos de perda de vidas humanas; ou consequências económicas, sociais ou ambientais muito importantes	Bancadas, edifícios públicos em que as consequências do colapso são elevadas (por exemplo, uma sala de concertos)
CC2	Consequência média em termos de perda de vidas humanas; consequências económicas, sociais ou ambientais medianamente importantes	Edifícios de habitação e de escritórios, edifícios públicos em que as consequências do colapso são médias (por exemplo, um edifício de escritórios)
CC1	Consequência baixa em termos de perda de vidas humanas; e consequências económicas, sociais ou ambientais pouco importantes ou desprezáveis	Edifícios de agrícolas normalmente não ocupados permanentemente por pessoas (por exemplo, armazéns), estufas

Definida a classe de consequências e analisando a complexidade do projeto geotécnico, que no caso concreto é baixa, pode ser atribuída de acordo com a tabela 2.2, a Categoria Geotécnica (CG2).

Tabela 2.2 – Orientação para a atribuição da Categoria Geotécnica

(Quadro NA. IV\_NPEN001997-1\_2010)

		Classe de consequências (CC)		
		1	2	3
Complexidade do projeto geotécnico	Elevada	CG2	CG3	CG3
	Média	CG2	CG2	CG3
	Baixa	CG1	CG2	CG2

*“Para a Categoria Geotécnica 2 deverão igualmente ser verificadas as propriedades geotécnicas dos solos ou das rochas nos quais ou sobre os quais a estrutura é fundada ou inserida. Para tal poderá ser necessária a prospeção geotécnica adicional. Deverão ser recolhidas e ensaiadas amostras representativas para a determinação das propriedades índice, da resistência e da deformabilidade”.* [6]

Perante tal necessidade e na tentativa de poder obter as propriedades do solo do caso concreto, o autor solicitou cotação a empresa da especialidade (ENGCEO) com o objetivo de obter uma ordem de grandeza dos custos associados.

A proposta apresentada, pela empresa (ANEXO I) demonstra que, os custos e as cláusulas impostas que fazem parte integrante da mesma, ultrapassam as expectativas do autor e poderiam tornar este trabalho muito dispendioso.

Na elaboração deste trabalho, foram utilizados outros métodos, a análise do excerto da carta geológica figura 2.1, constata que a obra se insere nos Granitoides, nomeadamente no Granito de Penafiel e a pesquisa na literatura do Professor Matos Fernandes, que aborda a região do noroeste de Portugal, zona geográfica onde a região de Penafiel se insere.



Figura 2.1 Excerto da carta geológica 1:500 000 dos serviços geológicos de Portugal (1992). [7]

“O maciço granítico de Penafiel faz parte de uma faixa de granitoides variscos, com orientação geral NW-SE, que se estendem desde o Alto Minho até às Beiras. Do ponto de vista geotectónico insere-se na Zona Centro-Ibérica (ZCI) do Maciço Ibérico (PEREIRA et al., 1989; DIAS et al., 2000)”. [8]

“Na região noroeste de Portugal o clima atlântico temperado propiciou condições favoráveis à meteorização das rochas graníticas levando à formação de solos residuais cuja espessura chega a ultrapassar 30 m (...). A meteorização do granito em climas temperados não implica em regra uma modificação da estrutura original do maciço rochoso.” [9]



De uma forma geral a tabela 2.3, apresenta valores das propriedades pretendidas.

Tabela 2.3 – Valores típicos de parâmetros físicos de solos residuais do granito do Noroeste de Portugal  
(adaptado de Viana da Fonseca, Matos Fernandes e Cardoso, 1997-Quadro 1.9)

$\gamma_s$ (1) (kN/m <sup>3</sup> )	$w_L$ (2) (%)	$I_p$ (2) (%)	$w$ (%)	$S$ (%)	$e$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
25,5 - 26,7	25 - 40	< 13	10 - 30	60 - 100	0,40 - 0,85	17,0 - 22,0
1. É também, aproximadamente, o peso volúmico do granito são. 2. Frequentemente os solos são não-plásticos						

Com os dados acima apresentados as fundações serão diretas com recurso a sapatas, a cota de soleira considerada para implantação dos edifícios é a 185,00 m, sendo mobilizados os solos de fundação à cota 183,50 m para a implantação dos edifícios, ginnodesportivo e administrativo, incluindo a bancada, à cota 182,05 m os solos de fundação do túnel de acesso ao campo de futebol.

No dimensionamento das fundações, considerou-se uma tensão admissível do solo de **300 kPa**, e um peso específico de **19kN/m<sup>3</sup>**.

## 2.2 CONDICIONANTES DAS EXIGÊNCIAS DE REAÇÃO E RESISTÊNCIA AO FOGO

A ação do fogo poderá provocar danos irreversíveis na estrutura, podendo pôr em causa a sua segurança estrutural. O caso de estudo não abarca a execução do projeto de segurança contra incêndio, contudo foi elaborado um resumo introdutório do mesmo com a finalidade de lhe atribuir uma classificação e em simultâneo servir de base à prescrição de métodos e técnicas construtivas a levar a efeito no tipo de estrutura a adotar.

### 2.2.1 Utilizações-tipo

Com base no n.º 1 do artigo 8.º do Capítulo 2 (caracterização dos edifícios e recintos) do Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, as utilizações-tipo identificadas no imóvel são as seguintes:

*“c) Tipo III «administrativos», corresponde a edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem atividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços, nomeadamente escritórios, repartições públicas, tribunais, conservatórias, balcões de atendimento, notários, gabinetes de profissionais liberais, espaços de investigação não dedicados ao ensino, postos de forças de segurança e de socorro, excluindo as oficinas de reparação e manutenção;”* [10]

“i) Tipo IX «desportivos e de lazer», corresponde a edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a atividades desportivas e de lazer, nomeadamente estádios, picadeiros, hipódromos, velódromos, autódromos, motódromos, kartódromos, campos de jogos, parques de campismo e caravanismo, pavilhões desportivos, piscinas, parques aquáticos, pistas de patinagem, ginásios e saunas;”<sup>[10]</sup>

### 2.2.2 Cálculo do efetivo

O número de ocupantes foi calculado tendo em atenção as disposições contidas no nº3 do Artigo 51º da Portaria nº1532/2008, considerando a área útil dos espaços. O efetivo pode ser observado no (ANEXO II) que é constituído pelas tabelas com os valores de cálculo do efetivo das utilizações tipo onde são identificados os locais de risco e os resultados obtidos para o edifício administrativo e para o gimnodesportivo.

### 2.2.3 Categoria de risco

Na tabela 2.4 estão descritas as categorias de risco da utilização-tipo III “Administrativos”, em função da altura e do efetivo da utilização tipo III. O edifício administrativo tem uma altura inferior a 9 m e de acordo com o valor apresentado na tabela do anexo IV o seu efetivo corrigido é de 60 pessoas, assim no caso concreto pode-se afirmar que este edifício é 1ª categoria de risco.

Tabela 2.4 – Categorias de risco da utilização-tipo III “Administrativos”

Fonte: (Extrato do Quadro III do Anexo III do Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de novembro)

Categoria	Valores máximos referentes à utilização-tipo III	
	Altura da UT III	Efetivo da UT III
1ª.....	$\leq 9\ m$	$\leq 100\ m$
2ª.....	$\leq 28\ m$	$\leq 1000\ m$
3ª.....	$\leq 50\ m$	$\leq 5000\ m$
4ª.....	$> 50\ m$	$> 5000m$

A tabela 2.5 descreve as categorias de risco da utilização-tipo VI “Espetáculos e reuniões públicas” e IX “Desportivos e de lazer” em função da altura e do efetivo da utilização tipo IX. O edifício gimnodesportivo tem uma altura inferior a 9 m e de acordo com o valor apresentado na tabela do anexo IV o seu efetivo corrigido é de 550 pessoas, assim no caso concreto pode-se afirmar que este edifício é 2ª categoria de risco.

Tabela 2.5 – Categorias de risco da utilização-tipo VI “Espetáculos e reuniões públicas”  
e IX “Desportivos e de lazer”

Fonte: (Extrato do Quadro V do Anexo III do Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de novembro)

Categoria	Valores máximos referentes às utilizações-tipo VI e IX, quando integradas em edifício			Ao ar livre
	Altura da UT VI ou IX	Número de pisos ocupados pela UT VI ou IX abaixo do plano de referência (*)	Efetivo da UT VI ou IX	Efetivo da UT VI ou IX
1ª.....	-			≤ 1000
	≤ 9 m	0	≤ 100	-
2ª.....	-			≤ 15000
	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000	-
4ª.....	-			≤ 40000
	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000	-
4ª.....	-			> 40000
	> 28 m	> 2	> 5000	-

(\*) Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação e ou que disponham de instalações sanitárias.

## 2.2.4 Resistência ao fogo padrão mínima

Após a análise da tabela 2.6 conclui-se que para o edifício administrativo a resistência ao fogo padrão mínima em minutos é de (R30) para elementos estruturais de suporte e (REI 30) para suporte e compartimentação, o edifício gimnodesportivo (R60) para elementos estruturais de suporte e (REI 60) para suporte e compartimentação.

Tabela 2.6 – Resistência ao fogo padrão mínima de elementos estruturais de edifícios

Fonte: (Extrato do Quadro IX do nº1 do Artigo 15º da portaria nº 1532/2008 de 29 de dezembro)

Utilizações-tipo	Categorias de risco				Função do elemento estrutural
	1ª	2ª	3ª	4ª	
I, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X	R 30	R 60	R 90	R 120	Apenas suporte.
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	Suporte e compartimentação.
II, XI e XII	R 60	R 90	R 120	R 180	Apenas suporte.
	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	Suporte e compartimentação.

Os requisitos acima apresentados representam os valores mínimos que, “os elementos estruturais de edifícios devem possuir uma resistência ao fogo que garanta as suas funções de suporte de cargas, de

*isolamento térmico e de estanquidade durante todas as fases de combate ao incêndio, incluindo o rescaldo.”<sup>[11]</sup>*

Os edifícios projetados sendo em estrutura de betão armado deverão ser adotados os recobrimentos das armaduras que satisfaçam os requisitos impostos, no caso de serem em estrutura metálica esta poderá ser envolvida com forras específicas ou ser protegida com esquema de pintura intumescente.

## 2.3 CONDICIONANTES DE ACESSIBILIDADES AO LOCAL DA OBRA

Para além das condicionantes apresentadas nos subcapítulos anteriores, deve ter-se em consideração quais os meios de transporte de mercadorias e equipamentos, a forma de fazer chegar ao local da obra de elementos estruturais de dimensão elevada, analisando as possíveis restrições de circulação que no caso concreto como se pode observar na figura 2.2 existem dois pontos críticos a ter especial atenção que condicionam a solução de projeto a adotar.

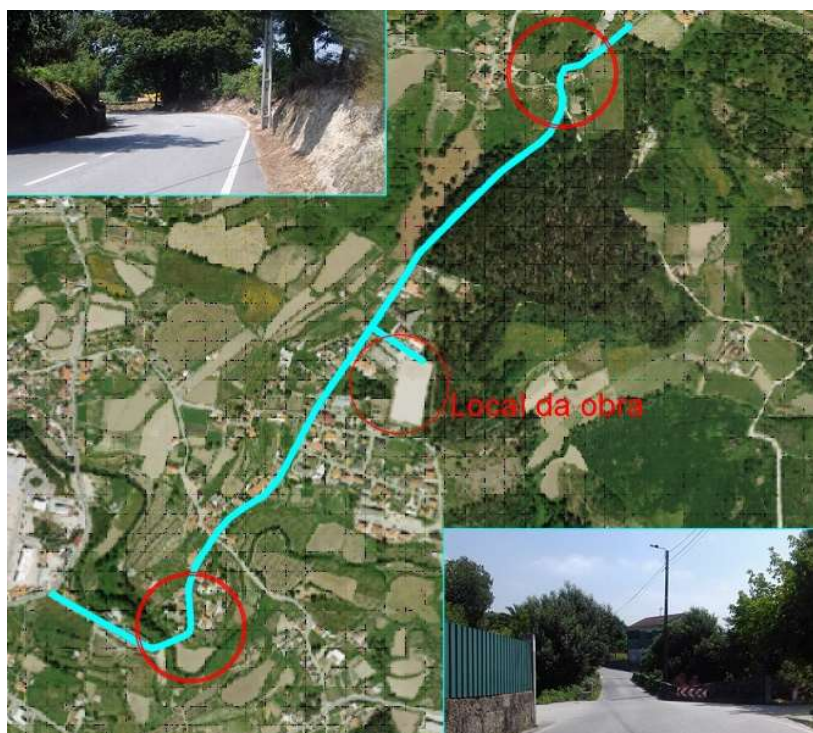


Figura 2.2 Extrato de Ortofotomapa 1:5000 do SIG- PENAFIEL (adaptada com fotos do autor)

Mais a norte, como representado no canto superior direito da figura anterior, há uma curva circular com um raio de 25 metros ao eixo da via como se pode observar na figura 2.3, a via neste local tem uma largura livre de 6 metros.

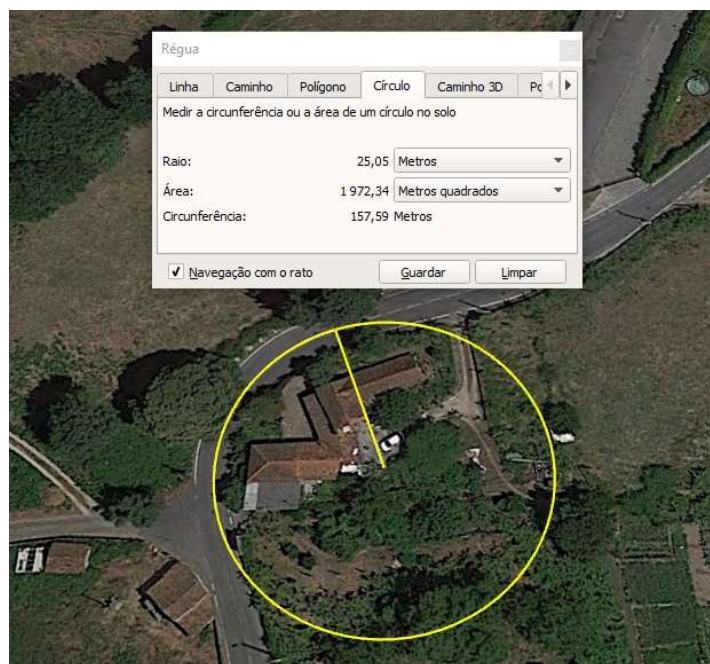


Figura 2.3 Extrato da fotografia aérea obtido utilizando a ferramenta Google Earth Pro

Mais a sul, como representado no canto inferior esquerdo da figura 2.2, há uma curva circular com um raio de 20 metros ao eixo da via como se pode observar na figura 2.4, a via neste local tem uma largura livre de 4,5 metros, no sentido sul-norte esta curva é antecedida pela Ponte Secular da Ermida sobre o Rio Cavalum, com uma passagem estreita de 3,5 metros de largura.

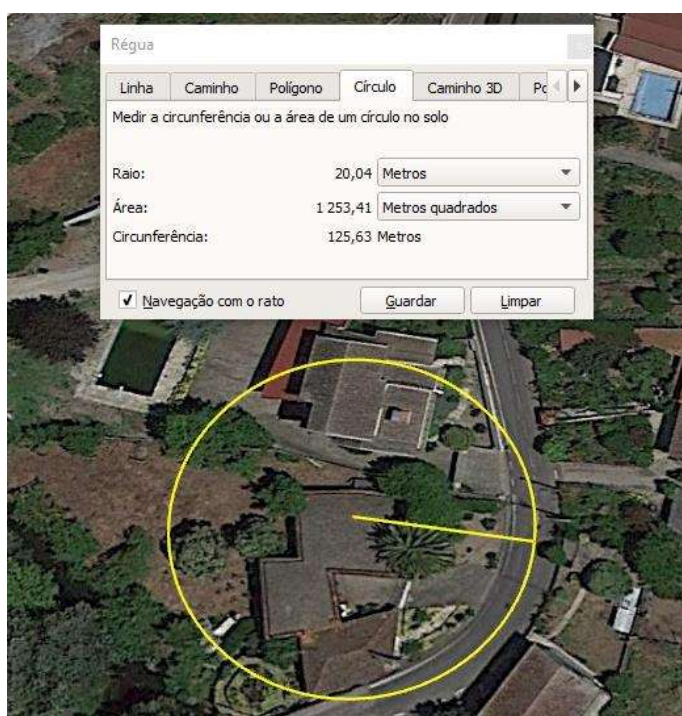


Figura 2.4 Extrato da fotografia aérea obtido utilizando a ferramenta Google Earth Pro

## CAPÍTULO 3

### QUANTIFICAÇÃO E COMBINAÇÃO DE AÇÕES

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE AÇÕES

No âmbito do cálculo estrutural a correta definição das ações é imprescindível para obter o dimensionamento da estrutura e de forma económica ser capaz de garantir a segurança da mesma ao longo da sua vida útil, na classificação e descrição das ações seguiu-se o disposto no RSAEEP, sendo estas classificadas de ações permanentes, variáveis e de acidente.

##### 3.1.1 Ações permanentes

*“As ações permanentes são aquelas que assumem valores constantes, ou com pequena variação em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida da estrutura. Consideram-se como ações permanentes os pesos próprios dos elementos estruturais e não estruturais da construção, os pesos dos equipamentos fixos, os impulsos de terras, certos casos de pressões hidrostáticas, os pré-esforços e os efeitos da retração do betão e dos assentamentos de apoios.”* <sup>[12]</sup>

##### 3.1.2 Ações variáveis

*“As ações variáveis são aquelas que assumem valores com variação significativa em torno do seu valor médio durante a vida da estrutura. Consideram-se como ações variáveis as sobrecargas”* <sup>[12]</sup>  
nomeadamente ação de pessoas, peso de mobiliário, outros equipamentos que não façam parte da edificação *“e efeitos dinâmicos delas dependentes, tais como forças de frenagem, de lacete e centrífugas para além destas ainda existem as ações do vento, dos sismos, das variações de temperatura, da neve, dos atritos em aparelhos de apoio e, em geral, as pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas.”* <sup>[12]</sup>

### 3.1.3 Ações de acidente

*“As ações de acidente são aquelas que só com muito fraca probabilidade assumem valores significativos durante a vida da estrutura e cuja quantificação apenas pode em geral ser feita por meio de valores nominais estrategicamente escolhidos. Consideram-se como ações de acidente as que resultam de causas tais como explosões, choques de veículos e incêndios.”* <sup>[12]</sup>

## 3.2 QUANTIFICAÇÃO DE AÇÕES

Neste trabalho de acordo com o tema a que ele se refere a quantificação de ações segue o disposto nas normas europeias, nomeadamente nos Eurocódigos 0, 1, 2, 3, 7 e 8, uma vez que em relação às ações permanentes é preciso ter em conta o peso próprio dos materiais a adotar nas várias soluções construtivas, as restantes cargas permanentes poderão variar, como por exemplo as paredes exteriores poderão ser de alvenaria ou de painel de fachada em betão pré-fabricado, revestidas ou não com soluções metálicas de painel sandwich nas fachadas e cobertura.

### 3.2.1 Ações permanentes

- Peso Próprio

Para o dimensionamento dos elementos estruturais foram utilizados os pesos específicos apresentados na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Cargas permanentes

Cargas Permanentes	Peso Volúmico $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Aço	77
Betão Armado	25

- Restantes Cargas Permanentes

Para além do peso próprio é necessário ter em consideração as RCP, os valores característicos das cargas atribuídas neste trabalho constam nas tabelas seguintes, que apresentam os possíveis materiais a serem utilizados nos vários elementos construtivos.

Na circulação do túnel na cota 182,30 m, incluindo as escadas de acesso de ambos os lados, o acabamento do piso previsto será dado na aplicação do betão pelo que não consta qualquer tipo de revestimento, no

entanto, ao nível da superfície superior da laje à cota 184,75 m, o mesmo não acontece, como se pode analisar na figura 3.1, terá uma camada de aterro na parte superior com 25 cm de altura.

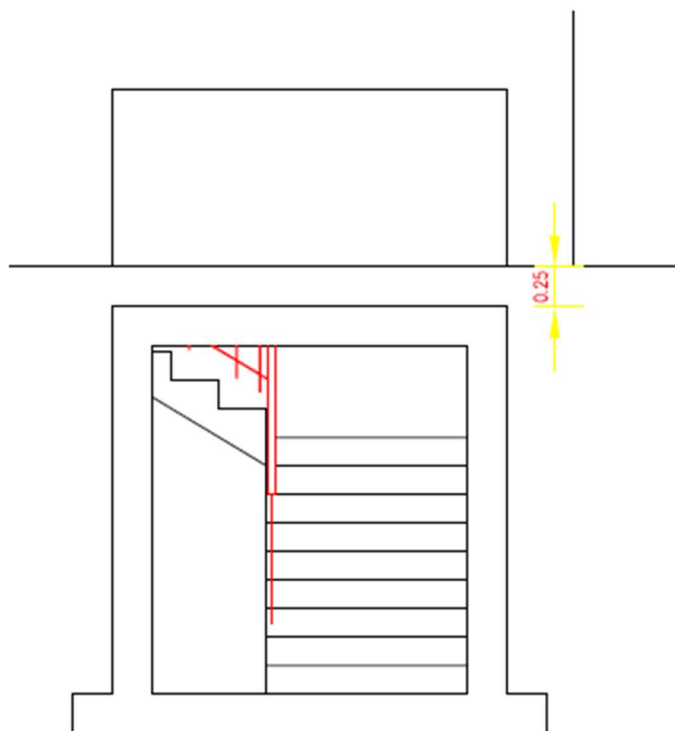


Figura 3.1 – Corte túnel

Essa camada será composta por uma membrana de betume modificado APP com  $4 \text{ kg/m}^2$  com armadura de poliéster com  $150 \text{ gr/m}^2$ , protegida a polietileno tipo Polyster 40, garantido a impermeabilização do elemento estrutural, contemplando ainda 5 cm de asfalto cilindrado a quente para proteção da referida tela, camada de areia com 8 cm servindo de almofada ao cubo de granito  $11 \times 11 \text{ cm}$ . A tabela 3.2 apresenta o resultado dos valores atribuídos com base no anexo A de EC1-1-1\_2009.

Tabela 3.2 – Restantes cargas permanentes (túnel)

TÚNEL		
Materiais	Peso Volúmico ( $\text{kN/m}^3$ )	RCP ( $\text{kN/m}^2$ )
Tela asfáltica	18	0,09
Asfalto cilindrado a quente	23	1,15
Almofada de areia	18	1,44
Calçada em cubo $11 \times 11$	27	2,97

Em resumo, para além do peso próprio, considerou-se a carga resultante de  $5,65 \text{ kN/m}^2$  para as restantes cargas permanentes (RCP).



O edifício administrativo, analisando as suas condicionantes geométricas conclui-se à partida que o processo construtivo, passará pela construção de betão armado *“in situ”*, estruturalmente este trabalhará como um todo no conjunto plano e pilares de apoio, sendo que uma solução pré-fabricada tornaria porventura inviável a sua execução.

Os materiais de revestimento exterior a utilizar, são prescritos de acordo com as condicionantes regulamentares térmicas envolvendo todo o corpo do edifício com o sistema *“ETICS”* garantindo assim um bom comportamento térmico. Para além deste material, a cobertura será revestida a chapa de zinco nº 12, com junta agrafada de forma a garantir uma perfeita impermeabilização.

Os revestimentos interiores são os tradicionais, nomeadamente gesso projetado nas paredes, com exceção dos sanitários que serão rebocadas e revestidas a material cerâmico, os tetos em gesso cartonado, os pavimentos regularizados com betonilha e posterior aplicação de cerâmica, os vãos em caixilharia de alumínio e vidro duplo e as guardas de proteção e grade de ferro galvanizado devidamente tratado. A escada de acesso ao edifício será, tal como as do túnel sem qualquer tipo de revestimento. A tabela 3.3 traduz os valores utilizados no dimensionamento do edifício.

Tabela 3.3 – Restantes cargas permanentes (edifício administrativo)

EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO			
Materiais	Peso Volúmico (kN/m <sup>3</sup> )	RCP (kN/m <sup>2</sup> )	RCP (kN/m)
Sistema Etics XPS (sobre laje cobertura) 80 mm	0,345	0,0276	
Sistema Etics XPS (sob laje piso) 60 mm	0,345	0,0207	
Sistema Etics XPS (fachada) 60 mm	0,345	0,0207	0,0745
Chapa de zinco nº12 (sobre laje cobertura)	72	0,47	
Paredes divisórias		1,5	
Revestimentos laje de pavimento		1,5	
Revestimento de tetos (gesso cartonado)		0,123	
Vãos em caixilharia de alumínio e vidros			1,5
Guardas de Proteção			1
Bloco térmico tipo Artebel de 25 cm		2,07	6
Painel de fachada em betão armado de 7 cm	25	1,75	5,08

No edifício gimnodesportivo será usada uma metodologia construtiva, que passará pela construção de uma solução pré-fabricada de betão armado ou estrutura metálica. A tabela 3.4 apresenta os valores das restantes cargas permanentes possíveis em função das combinações dos materiais a aplicar.

Tabela 3.4 – Restantes cargas permanentes (edifício gimnodesportivo)

EDIFÍCIO GIMNODESPORTIVO			
Materiais	Peso Volúmico (kN/m <sup>3</sup> )	RCP (kN/m <sup>2</sup> )	RCP (kN/m)
Painel sandwich 5 ondas 75 mm (PIR)		0,17	
Betão leve 10 cm	12	1,2	
Betonilha de regularização 4 cm	20	0,8	
Tela asfáltica 2 camadas	18	0,18	
Lajetas térmicas 50mm XPS		0,54	
Paredes divisórias		1,5	
Revestimentos laje de pavimento		1,5	
Revestimento de tetos (gesso cartonado)		0,123	
Revestimento de tetos (reboco projetado)		0,3	
Alvenaria exterior bloco betão 25 cm		2,57	
Alvenaria exterior bloco térmico 25 cm		2,07	
Painel sandwich (fachada) 40 mm		0,0952	
Sistema Etics XPS (fachada) 60 mm	0,345	0,0207	
Vãos em caixilharia de alumínio e vidros			0,33
Guardas de Proteção			1

A construção da bancada passa por uma solução pré-fabricada de betão armado, podendo também optar pela execução de estrutura mista de aço e betão ou estrutura metálica. Os valores das restantes cargas permanentes a considerar são os apresentados na tabela 3.5 e estão relacionadas com as cadeiras visto estas serem fixas em plástico polipropileno copolímero, assento monobloco com 33 cm de altura, com as guardas de proteção em grade metálica e ainda com os degraus de escada em betão nas da zona das coxias.

Tabela 3.5 – Restantes cargas permanentes (bancada)

BANCADA				
Materiais	Peso Volúmico (kN/m <sup>3</sup> )	RCP (kN/m <sup>2</sup> )	RCP (kN/m)	RCP (kN)
Cadeiras				0,0142
Degraus de escada	25	6	2,1	2,94
Guardas de Proteção			1	

### 3.2.2 Ações variáveis

- Sobrecarga

Na elaboração deste trabalho a definição das sobrecargas foi feita com base no estipulado na norma NP EN 1991-1-1\_2009, para escolha dos seus valores foi necessário classificar o tipo de utilização a que cada edifício está sujeito, incluindo zonas específicas de cada um deles nomeadamente as coberturas.

O edifício administrativo enquadra-se na utilização específica locais de reunião, com o exemplo “C2: Zonas com assentos fixos: por exemplo, em igrejas, teatros ou cinemas, salas de conferências, salas de aulas, salas de reunião, salas de espera.”<sup>[13]</sup>

O ginnodesportivo enquadra-se na utilização específica locais de reunião, com o exemplo “C5: Zonas de possível acolhimento de multidões: por exemplo, edifícios para eventos públicos, tais como salas de concertos, salas para atividades desportivas incluindo bancadas, terraços e zonas de acesso: plataformas ferroviárias.”<sup>[13]</sup>

Após estas análises estes dois edifícios como se constata inserem-se na categoria C.

O tunel enquadra-se na categoria F, uma vez que na parte superior haverá uma zona de tráfego com o peso dos veículos inferior a 30kN.<sup>[13]</sup>

As coberturas destes edifícios são da categoria H, sendo não acessíveis, exceto para operações de manutenção e reparação correntes, de acordo com o disposto no Quadro 6.9 da norma NP EN 1991-1-1.

A tabela 3.6 apresenta um excerto do Quadro NA-6.2 da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1), com os valores das sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas de edifícios, adotadas neste trabalho.

Tabela 3.6 – Sobrecargas em pavimentos, varandas e escadas de edifícios.

(Quadro NA-6.2 da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1))

Categorias de zonas carregadas	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Pavimentos		
Categoria C		
C2	4,0	4,0
C5	6,0	4,5
Varandas	Ver nota 1	Ver nota 3
Escadas	Ver nota 2	Ver nota 3
<p><b>Nota 1:</b> Deve adotar-se uma sobrecarga uniformemente distribuída idêntica à do pavimento adjacente, com um mínimo de 5,0 kN/m<sup>2</sup> numa faixa de 1 m de largura adjacente ao parapeito.</p> <p><b>Nota 2:</b> Deve adotar-se uma sobrecarga uniformemente distribuída idêntica à do pavimento adjacente, com um mínimo de 3,0 kN/m<sup>2</sup>.</p> <p><b>Nota 3:</b> Deve adotar-se uma sobrecarga concentrada idêntica à do pavimento adjacente.</p>		

A sobrecarga do túnel, tal como descrito acima, terá tráfego de viaturas, adotou-se os dados do quadro NA-6.8 do anexo nacional, da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1), apresentados na tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Sobrecargas em estacionamento e zonas de circulação de veículos.

(Quadro NA-6.8 da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1))

Categoria	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Categoria F		
Peso bruto do veículo $\leq 30$ kN	2,5	15
<b>Nota:</b> As cargas $q_k$ e $Q_k$ não devem ser aplicadas simultaneamente.		

A Tabela 3.8 define os valores das sobrecargas das coberturas da categoria H, extraídos do quadro NA-6.10 da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1).

Tabela 3.8 – Sobrecargas em coberturas da Categoria H.

(Quadro NA-6.10 da norma NP EN 1991-1-1\_2009, (EC1))

Categoria	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Categoria H	0,4	1,0
<b>Nota:</b> As sobrecarga uniformemente distribuída $q_k$ pode atuar em toda ou em parte da área da cobertura.		

A tabela 3.9 apresenta os valores dos coeficientes  $\psi$  usados nas combinações de ações, de acordo com estipulado no quadro A1.1 da norma NP EN 1990-2009, (EC0).

Tabela 3.9 – Valores dos coeficientes  $\psi$  usados nas combinações.

Ação	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria C: Zonas de reunião de pessoas	0,7	0,7	0,6
Categoria F: Zonas de tráfego, peso de veículos $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Categoria H: Coberturas	0	0	0
Ação da neve em edifícios (ver a EN 1991-1-3) <sup>*)</sup> Restantes Estados-Membros do CEN, para obras localizadas à altitude $H \leq 1000$ m acima do nível do mar	0,5	0,2	0
Ação do vento em edifícios (ver a EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (exceto incendio) em edifícios (ver a EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
<b>NOTA:</b> Os valores de $\psi$ poderão ser definidos no Anexo Nacional.			
<sup>*)</sup> Para os países não mencionados, considerar as condições locais relevantes			

#### – Ação da neve

De acordo com os critérios estabelecidos na regulamentação nacional (RSAEEP) no seu artigo 26.º o dimensionamento desta ação não seria considerado uma vez que a cota de soleira do empreendimento se situa a 185,00 m acima do mar e o edifício mais alto tem uma altura máxima de 9 metros. Esta regulamentação impõe que se considere a ação da neve em edifícios situados acima da cota 200.00 m em relação ao nível médio das águas do mar, em Portugal a origem ou a cota 0,00 m, está referenciada no marégrafo de Cascais.

No caso concreto os critérios utilizados foram os preconizados na norma europeia NP EN 1991-1-3\_2009, a figura 3.2 representa o zonamento do território nacional, dividido em três zonas distintas.

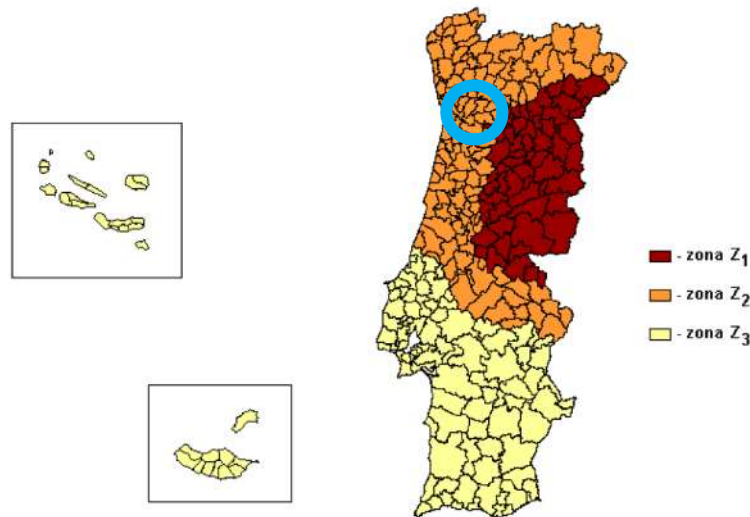


Figura 3.2 - Zonamento do território

De acordo com mapa apresentado, o concelho de Penafiel está localizado no interior do contorno azul que por sua vez encontra-se na zona **Z<sub>2</sub>**. As situações de projeto a considerar para a zona **Z<sub>2</sub>** em condição normal, são situações de projeto persistentes/transitórias, sem neve como ação de acidente. No cálculo destas deve-se considerar dois casos, a carga de neve não deslocada e a carga de neve deslocada provocada por outras ações.

O valor característico da carga da neve ao nível do solo é expresso em kN/m<sup>2</sup> e é determinado pela equação (3.1):

$$s_k = C_z \left( 1 + \left( \frac{H}{500} \right)^2 \right) \quad (3.1)$$

onde:

**s<sub>k</sub>** — é o valor característico da carga da neve ao nível do solo;

**C<sub>z</sub>** — é um coeficiente dependente da zona e representa a carga da neve, em kN/m<sup>2</sup>, ao nível médio das águas do mar, cota altimétrica 0,00 m.

**H** — é a altitude do local em metros.

Como a localização do empreendimento é na zona **Z<sub>2</sub>** o coeficiente **C<sub>z</sub>** toma o valor de 0,20. Carga de neve ao nível da cobertura para a situação de projeto persistente/transitória é dada pela equação (3.2):

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad (3.2)$$

onde:

**μ<sub>i</sub>** — Coeficiente de forma;

**C<sub>e</sub>** — Coeficiente de exposição;

$C_t$  – Coeficiente térmico.

A tabela 3.10 apresenta para além dos valores da carga de neve ao nível do solo e da cobertura, a cota altimétrica das coberturas em causa e também os coeficientes utilizados no cálculo de acordo com o previsto na norma europeia NP EN 1991-1-3\_2009.

Tabela 3.10 – Valores de calculo da carga de neve

	Edifício Gimnodesportivo			Edifício Administrativo
	Cobertura Nave	Cobertura Piso 1	Cobertura Piso 0	Cobertura Piso 1
$H$ [m]	193,99	191,56	188,36	191,20
$Sk$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,230	0,229	0,228	0,229
$\mu_i$	0,8	0,8	0,8	0,8
$C_e$	1	1	1	1
$C_t$	1	1	1	1
$S$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,184	0,183	0,182	0,183

De acordo com os valores da neve ao nível das coberturas e sendo estes inferiores ao da sobrecarga das coberturas da categoria H, este caso de carga não é condicionante e de acordo com o estabelecido norma europeia NP EN 1991-1-1\_2009, no ponto 3.3.2:

*“(1) Nas coberturas (em particular em coberturas da categoria H), não é necessário aplicar as sobrecargas simultaneamente com a ação da neve e/ou com a ação do vento.”* <sup>[13]</sup>

#### – Ação do Vento

No cálculo da ação do vento foram seguidos os pressupostos estabelecidos na norma europeia NP EN 1991-1-4\_2010. Tal como o exposto no ponto anterior, o edifício projetado tem a sua cota de soleira 185,00 m, acima do nível médio das águas do mar, situado na freguesia de Irivo, concelho de Penafiel, distrito do Porto, a uma distância de 30 km da orla costeira, logo está localizado na Zona A, de acordo com o quadro NA.I do Anexo Nacional da referida norma, o valor básico da velocidade de referência do vento,  $v_{b,0}$  é **27 [m/s]**.

A equação (3.3), permite calcular o valor de referência da velocidade do vento ( $v_b$ ).

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} \quad (3.3)$$

onde:

$v_b$  - Valor de referência da velocidade do vento;

$C_{dir}$  – Coeficiente de direção;

$C_{season}$  – Coeficiente de sazão;

$v_{b,0}$  – Valor básico da velocidade do vento.

Assim como previsto no ponto 4.2 da norma europeia NP EN 1991-1-4\_2010, na sua nota 2; *“O valor do coeficiente de direção  $C_{dir}$  para diferentes direções do vento poderá ser fornecido no Anexo Nacional; o valor recomendado é 1,0.”*<sup>[14]</sup> Na sua nota 3; *“O valor do coeficiente de sazão  $C_{season}$  poderá ser fornecido no Anexo Nacional; o valor recomendado é 1,0.”*<sup>[14]</sup> Note-se que sendo coeficientes, são adimensionais.

A tabela 3.11 expressa o valor da velocidade de referência do vento e fatores utilizados.

Tabela 3.11 – Cálculo do valor de referência da velocidade do vento e fatores utilizados.

$v_b$ [m/s]	$C_{dir}$	$C_{season}$	$v_{b,0}$ [m/s]
27	1	1	27

Para quantificação da ação do vento haverá que considerar a localização do edifício, a altura do mesmo e a rugosidade do terreno. Esta ação é manifestada nas edificações *“sob a forma de pressões, que se admitem atuar perpendicularmente às superfícies. Quando o vento varre áreas grandes de construções, além dessas pressões poderão desenvolver-se forças de atrito significativas, atuando tangencialmente à superfície.”*<sup>[15]</sup>

*“Apesar de se tratar de uma ação dinâmica, a ação do vento pode ser quantificada na maior parte das vezes por meio de forças estáticas equivalentes. Este é o método base previsto na NP EN 1991-1-4.”*<sup>[15]</sup>

A equação (3.4), permite calcular a pressão dinâmica de referência ( $q_b$ ).

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (3.4)$$

onde:

$q_b$  – Pressão dinâmica de referência;

$\rho$  – Massa específica do fluido (ar), toma o valor de 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

$v_b$  – Valor de referência da velocidade do vento.



A pressão dinâmica de pico ( $q_p$ ), é a condicionante para cálculo e verificação de segurança. A equação (3.5) traduz de forma reduzida o cálculo da pressão dinâmica de pico.

$$q_p = C_e(z) \cdot q_b \quad (3.5)$$

onde:

$q_p$  – Pressão dinâmica de pico;

$C_e(z)$  – Coeficiente de exposição;

$q_b$  – Pressão dinâmica de referência.

O cálculo do coeficiente de exposição  $C_e(z)$ , depende da categoria do terreno, partindo do edificado existente e da orografia do meio envolvente ilustrados na figura 3.3.

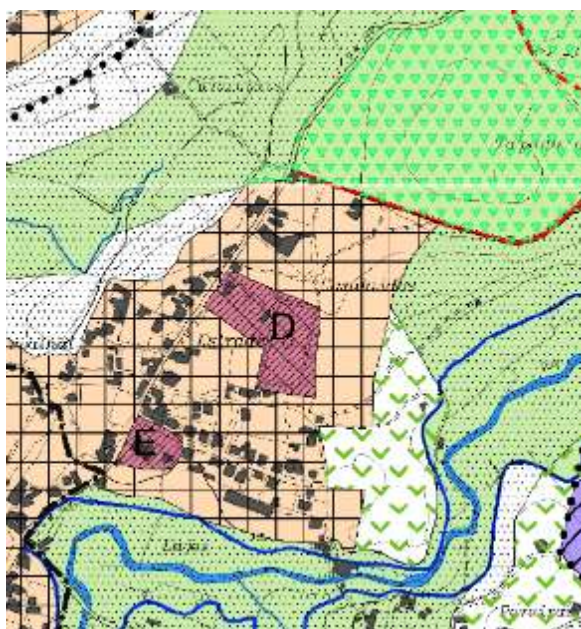


Figura 3.3 – Edificado e orografia do meio envolvente

(Fonte: PLANO DIRETOR MUNICIPAL Extrato da Carta de Ordenamento)

Após a análise da figura anterior, conclui-se que o local se insere numa zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: zonas suburbanas, florestas permanentes), de acordo com o especificado na tabela 3.12, o terreno é da categoria III, com um  $Z_0$  de 0,3 m e  $Z_{min}$  de 8 m.

Tabela 3.12 – Categorias de terreno e respetivos parâmetros.

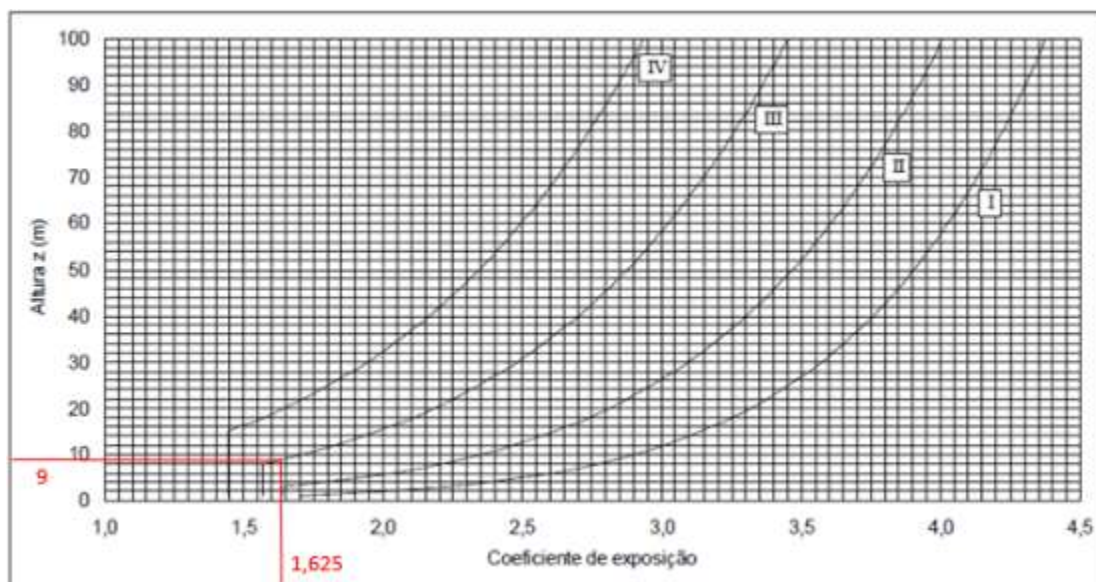
(Quadro NA-4.1 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Categoria de terreno		$Z_0$ [m]	$Z_{min}$ [m]
I	Zona costeira exposta aos ventos de mar	0,005	1
II	Zona de vegetação rasteira, tal como erva, e obstáculos isolados (árvores, edifícios) com separações entre si de, pelo menos, 20 vezes a sua altura	0,05	3
III	Zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: zonas suburbanas, florestas permanentes)	0,3	8
IV	Zona na qual pelo menos 15% da superfície está coberta por edifícios com uma altura média superior a 15m	1,0	15

**NOTA 1:** As categorias de terreno II, III e IV estão ilustradas em A.1.

**NOTA 2:** O coeficiente de rugosidade  $C_r(z)$ , é ilustrado na Figura NA.1.

Assim como o edifício mais vulnerável é o pavilhão gimnodesportivo com uma altura máxima de 9,00 m, e com um terreno de categoria III, obtemos um  $C_e(z)$  de 1,625 como podemos analisar no ábaco da figura 3.4.

Figura 3.4 – Coeficiente de exposição  $C_e(z)$ 

(Figura NA-4.2 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

A tabela 3.13 resume os valores obtidos das pressões de referência e de pico e os fatores utilizados no cálculo para a obtenção dos mesmos.

Tabela 3.13 – Resumo dos valores das pressões do vento

$q_b$ [N/m <sup>2</sup> ]	$q_p$ [N/m <sup>2</sup> ]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_e(z)$	$v_b$ [m/s]
455,625	740,391	1,25	1,625	27

- Análise da ação do vento nas fachadas.

Sendo o edifício de planta retangular como mostra a figura 3.5, para quantificar a ação do vento nas fachadas é inicialmente necessário fazer uma análise na direção (X), sendo que a fachada que se encontra exposta ao vento é a D barlavento, a fachada oposta é a E sotavento, tal como especificado na norma NP EN 1991-1-4\_2010.

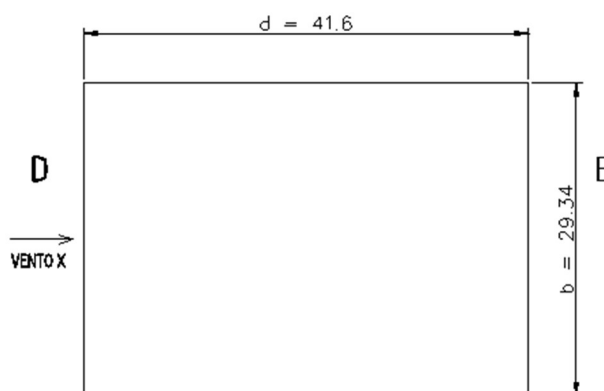


Figura 3.5 – Vento na direção X (Planta)

Os valores das dimensões obtidas após a análise nesta direção, estão apresentados na tabela 3.14.

Tabela 3.14 – Resumo dos valores das dimensões direção X

<b>b [m]</b>	<b>d [m]</b>	<b>e [m]</b>	<b>h [m]</b>
29,34	41,60	18,00	9,00

Posteriormente é necessário fazer uma análise na direção (Y), como mostra a figura 3.6.

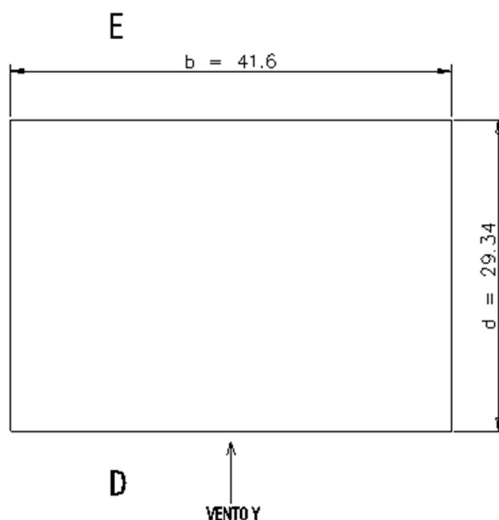


Figura 3.6 – Vento na direção Y (Planta)

Os valores das dimensões obtidas após a análise nesta direção, estão apresentados na tabela 3.15.

Tabela 3.15 – Resumo dos valores das dimensões direção Y

b [m]	d [m]	e [m]	h [m]
41,60	29,34	18,00	9,00

sendo:

b – dimensão em planta na direção perpendicular ao vento;

d – dimensão em planta na direção do vento;

e – mínimo {b; 2h};

h – altura máxima da edificação.

De acordo com os valores apresentados nas duas tabelas anteriores o caso de estudo corresponde a “um edifício cuja altura h é inferior a b deverá ser considerado como tendo única parte”<sup>[14]</sup>, assim como representa a figura 3.7.

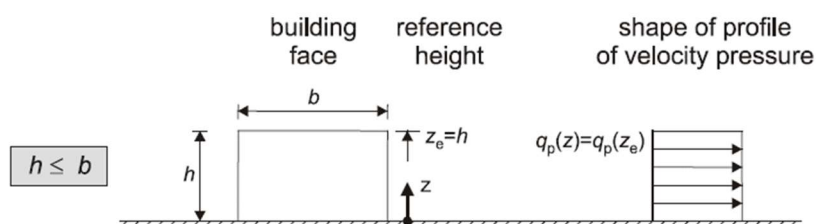


Figura 3.7 – Altura de referência e perfil pressão dinâmica

Fonte: (Figura-7.4 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Nas tabelas 3.14 e 3.15, os valores apresentados demonstram que no caso de estudo a atribuição das zonas laterais corresponde ao apresentado na figura 3.8, extraída da Figura-7.5 da norma NP EN 1991-1-4\_2010.

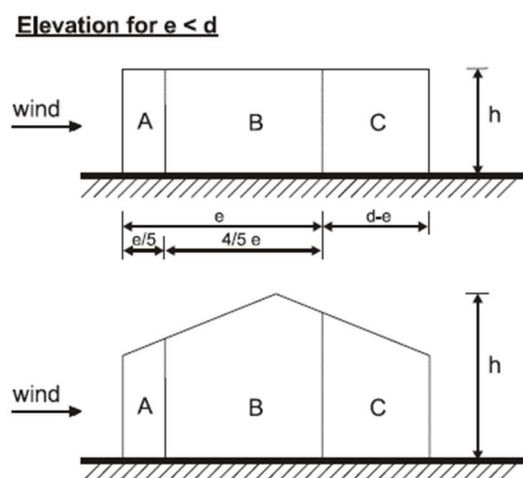


Figura 3.8 – Zonas das paredes verticais

Fonte: (Extrato da Figura-7.5 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Na tabela 3.16 são indicados os valores recomendados dos coeficientes  $C_{pe,10}$  e do  $C_{pe,1}$ , do Quadro 7.1 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, em simultâneo estão apresentados os valores obtidos para ambas as direções do vento (X, Y) do caso de estudo.

Tabela 3.16 – Valores dos coeficientes de pressão exterior considerados nas direções X, Y.

Zona	A		B		C		D		E	
h/d	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
Direção X										
0,31	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,708	+1,0	-0,316	
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	
Direção Y										
0,22	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

A figura 3.9 representa aplicação dos valores do  $C_{pe}$  usados para o cálculo das paredes verticais nas duas direções, sendo os valores globais  $C_{pe,10}$ , uma vez que as superfícies A, B, C, D e E afetadas ao mesmo tempo têm áreas superiores a  $10 \text{ m}^2$ .

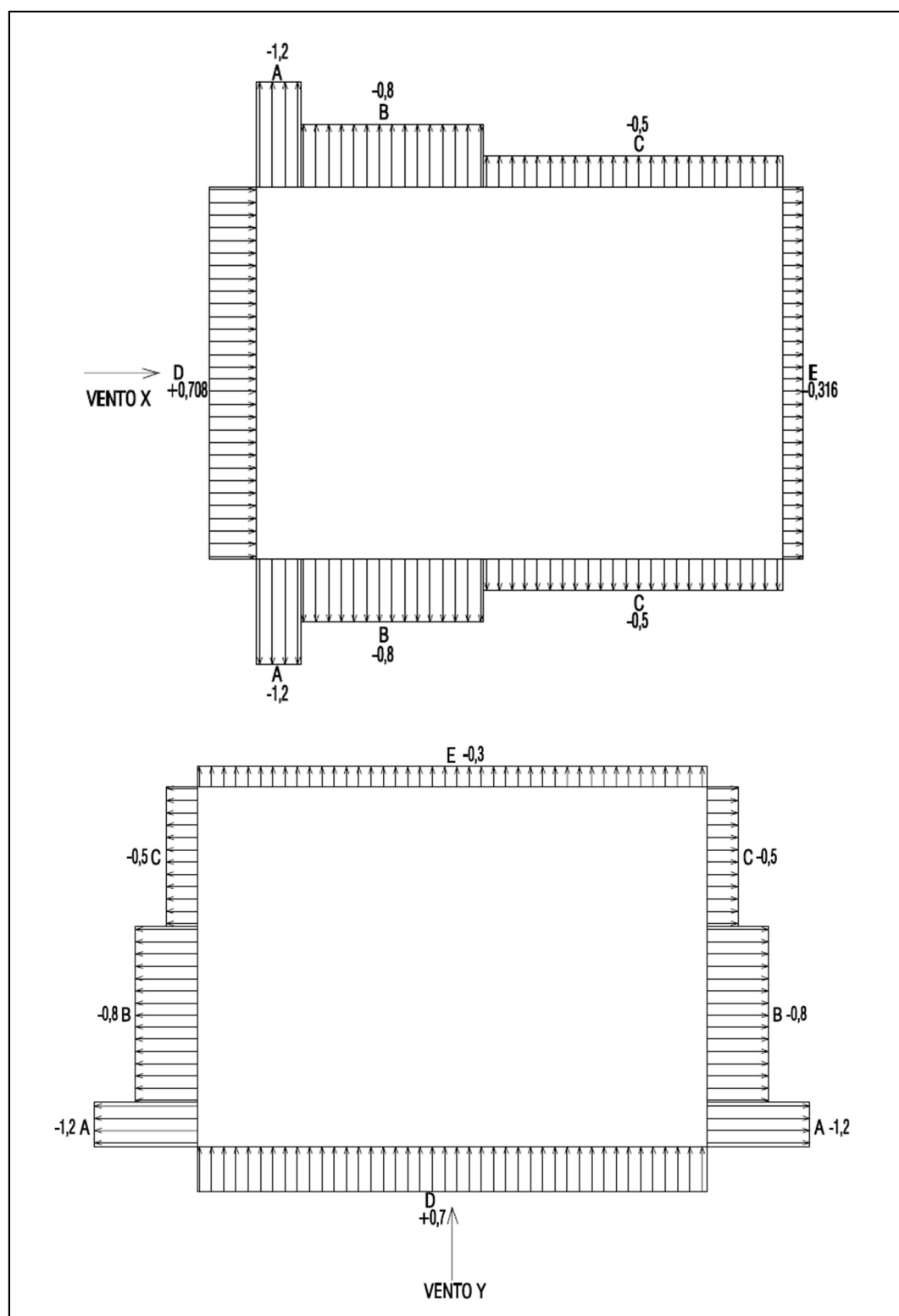


Figura 3.9 – Valores dos coeficientes de pressão exterior considerados nas direções X, Y nas diversas zonas das paredes verticais

- Análise da ação do vento ao nível da cobertura.

A figura 3.10 representa o corte transversal do pavilhão gimnodesportivo, o edifício é de planta retangular composto por dois tipos de cobertura,

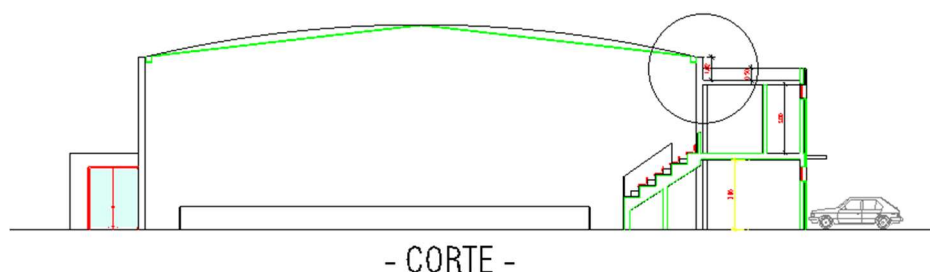


Figura 3.10 – Corte transversal do pavilhão gimnodesportivo

A figura 3.11 representa a diferença de nível das coberturas, sendo estas distintas, uma em terraço que será em betão armado e outra de duas vertentes que será em painel sandwich 5 ondas de 75 mm de espessura.

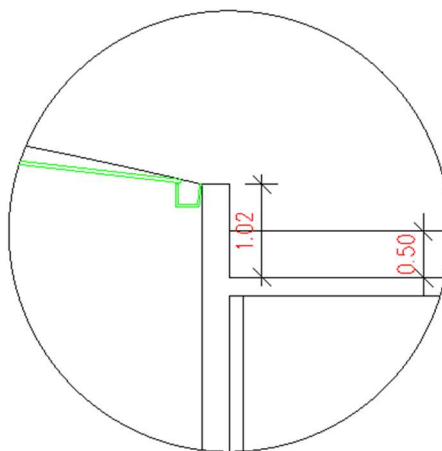


Figura 3.11 – Diferença de nível dos tipos de cobertura

Poder se ia analisar a cobertura em terraço, em conjunto com a cobertura de duas vertentes de painel sandwich, contudo a análise será feita separadamente. A tabela 3.17 apresenta o resumo dos valores das dimensões para a cobertura em terraço utilizados para a obtenção dos resultados.

Tabela 3.17 – Resumo dos valores das dimensões para a cobertura em terraço

<b>b [m]</b>	<b>d [m]</b>	<b>e [m]</b>	<b>h [m]</b>	<b>hp [m]</b>	<b>Ze[m]</b>
41,60	4,53	13,12	6,56	0,50	7,06

A figura 3.12 representa de forma esquemática as alturas utilizadas na definição da cobertura em terraço com platibandas já mencionadas na tabela anterior.

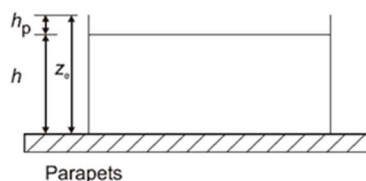


Figura 3.12 – Alturas a considerar nas coberturas em terraço

A figura 3.13 representa disposição das várias zonas a considerar nas coberturas em terraço de acordo com norma NP EN 1991-1-4\_2010.

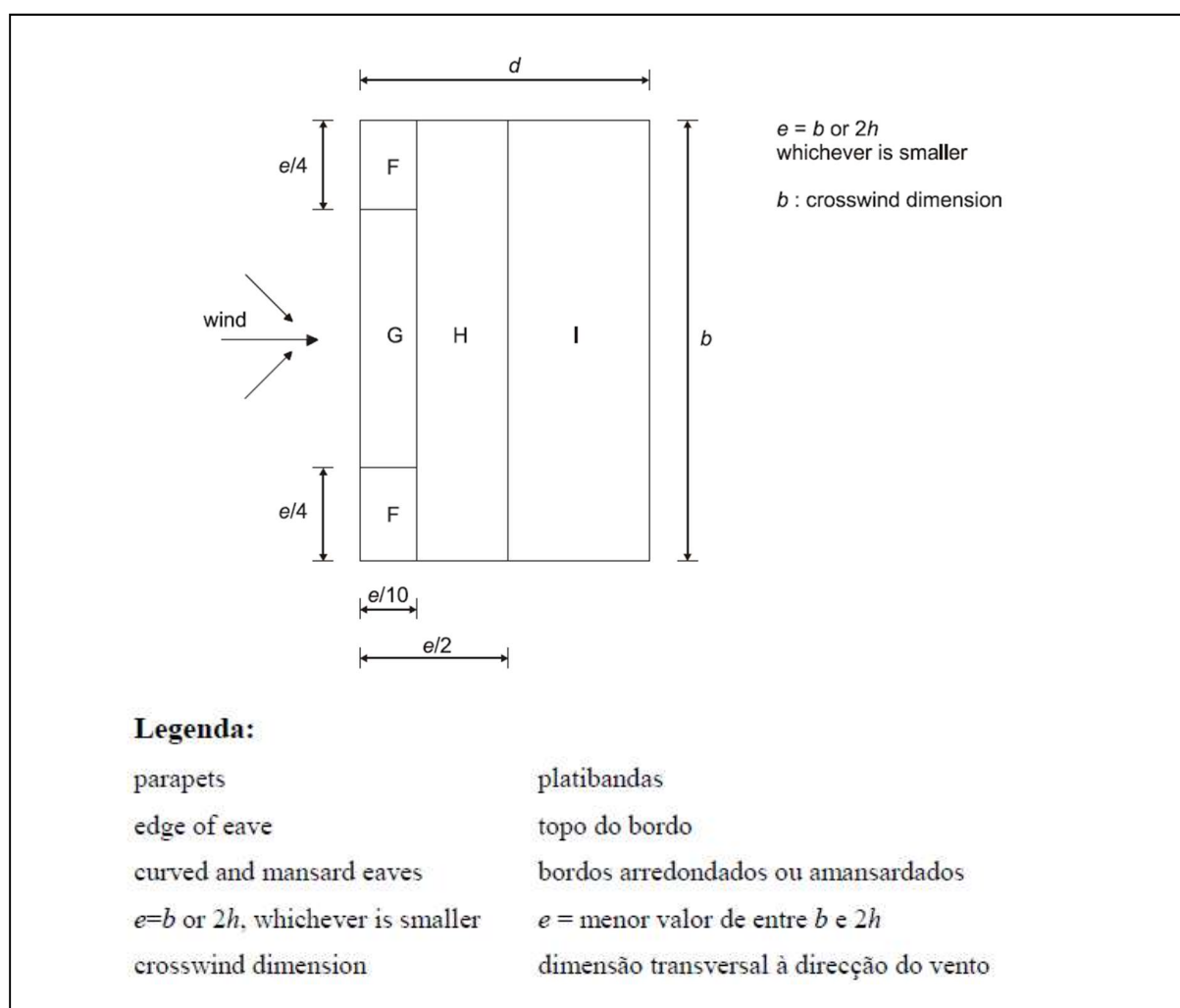


Figura 3.13 – Zonamento das coberturas em terraço

Fonte: (Extrato da Figura-7.6 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Valores do  $C_{pe}$  usados para o cálculo das coberturas são os valores globais  $C_{pe,10}$ , uma vez que as superfícies das zonas G,H,I e J tem áreas superiores a  $10 \text{ m}^2$ , com a exceção das superfícies da zona F uma



vez que a área das mesmas é inferior a 10 m<sup>2</sup>, no caso da cobertura em terraço tem 4,30 m<sup>2</sup> e na cobertura de duas vertentes tem 8,10 m<sup>2</sup> sendo efetuado o cálculo do  $C_{pe}$  com recurso a equação (3.6).

$$C_{pe} = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10}) \log_{10} A \quad (3.6)$$

onde:

$C_{pe}$  – Coeficiente de pressão exterior;

$C_{pe,1}$  – Coeficiente local;

$C_{pe,10}$  – Coeficiente global;

$\log_{10} A$  – Logaritmo de base 10 da área da superfície em estudo.

A figura 3.14 representa o zonamento da cobertura em estudo, a zona F da cobertura em terraço com área de 4,30m<sup>2</sup>, o valor de  $C_{pe} = -1,52$  tal como o exposto na nota 6 da tabela 3.18 que apresenta um excerto do Quadro 7.2 da norma NP EN 1991-1-4\_2010 onde se encontram resumidos os coeficientes de pressão exterior para coberturas em terraço para cada uma das zonas apresentadas na figura anterior, sendo que no caso de estudo o valor de  $h_p/h$  é igual a 0,076, a aplicação das pressões em todas as zonas está condicionada uma vez que o valor de (d) é 4,53 m e o valor de (e) é 13,12 m, por este motivo só foi considerada a aplicação nas zonas F,G e parte da zona H, estando excluída a zona I.

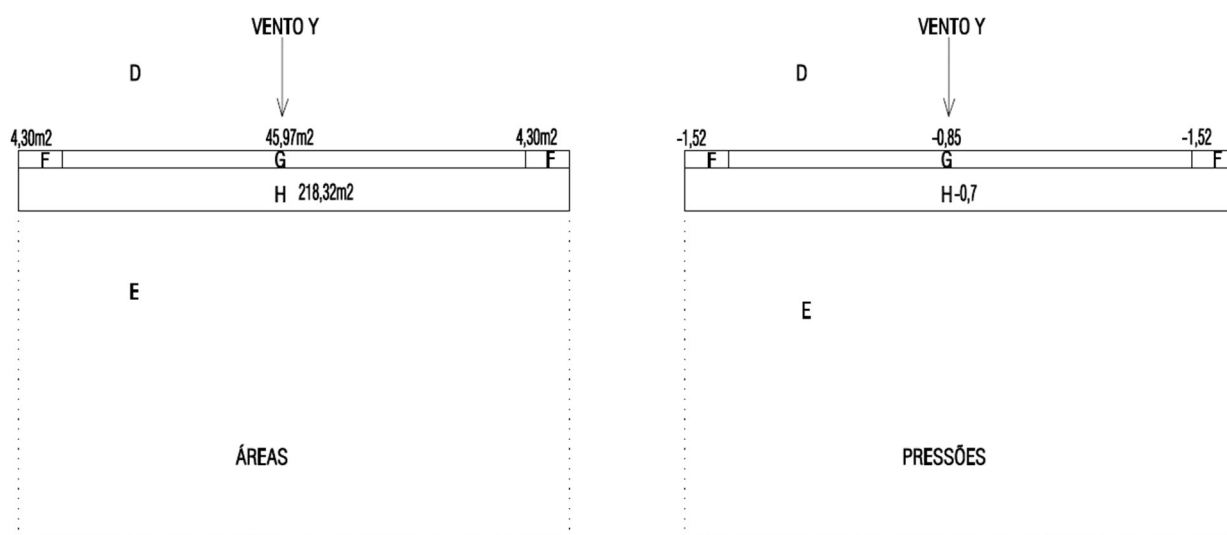


Figura 3.14 – Zonamento da cobertura em terraço áreas e pressões

Tabela 3.18 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas em terraço

Fonte: (Extrato do Quadro-7.2 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Tipo de cobertura		ZONA							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Com platibanda	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,076$	-1,296	-1.896	-0,848	-1,496	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	
								-0,2	

**NOTA 1:** Para coberturas com platibandas ou com bordos arredondados, poderá ser efetuada uma interpolação linear para valores intermédios de  $h_p/h$  e de  $r/h$ .

**NOTA 2:** Para coberturas com bordos amansardados, poderá ser efetuada uma interpolação linear entre  $\alpha=30^\circ$ ,  $\alpha=45^\circ$  e  $\alpha=60^\circ$ . Para  $\alpha>60^\circ$ , poderá ser efetuada uma interpolação linear entre os valores para  $\alpha=60^\circ$  e os valores para coberturas em terraço com bordos em aresta viva.

**NOTA 3:** Na Zona I, para a qual são fornecidos valores positivos e negativos, devem ser considerados ambos os valores.

**NOTA 4:** Para o bordo amansardado propriamente dito, os coeficientes de pressão exterior são fornecidos no Quadro 7.4a “Coeficientes de pressão exterior para coberturas de duas vertentes: direção do vento 0”, Zonas F e G, em função da inclinação do bordo.

**NOTA 5:** Para o bordo arredondado propriamente dito, os coeficientes de pressão exterior são calculados, ao longo do bordo, por interpolação linear entre os valores relativos à parede e à cobertura.

**NOTA 6:** O valor do coeficiente de pressão exterior da Zona F,  $C_{pe} = -1,52$ , obtido a partir da equação (2.6) supra apresentada uma vez que a área da mesma é  $4,30 \text{ m}^2$ , estando compreendida entre  $1 \text{ m}^2$  e  $10 \text{ m}^2$ .

A análise das pressões exteriores na cobertura do ginnodesportivo em painel sandwich, teve por base a divisão da mesma em várias zonas, com inclinação das vertentes  $\alpha > 0^\circ$  e para a direção do vento  $\vartheta = 0^\circ$  e  $\vartheta = 90^\circ$ , de acordo com a figura 3.15 representativa do zonamento das coberturas de duas vertentes.

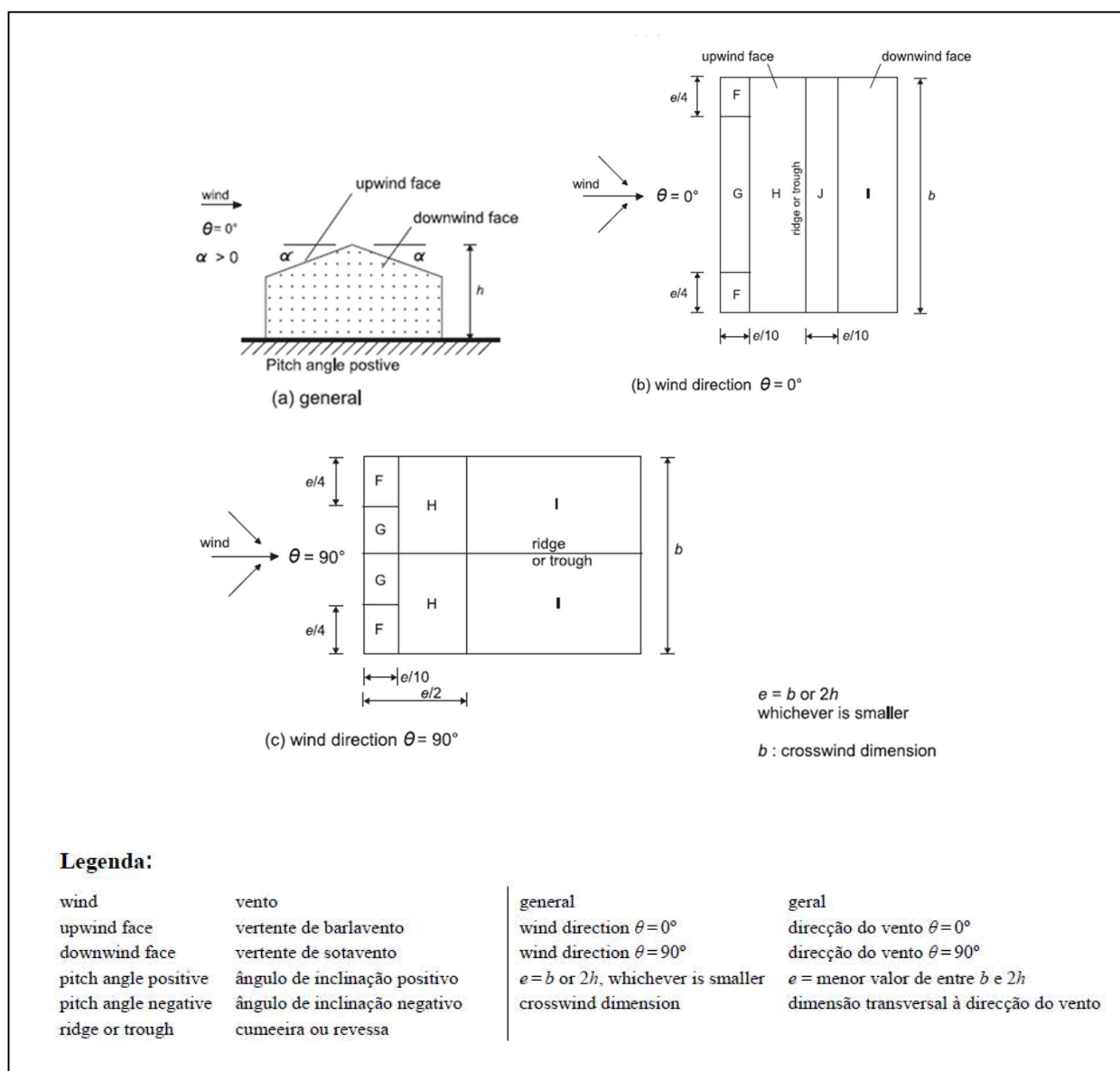


Figura 3.15 – Zonamento das coberturas de duas vertentes

Fonte: (Extrato da Figura-7.8 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

A tabela 3.19 é um excerto do Quadro-7.4a da norma NP EN 1991-1-4\_2010, onde se expõe os valores limite do intervalo de interpolação linear usados para obtenção dos coeficientes de pressão exterior, para um ângulo de inclinação das vertentes  $\alpha = 7^\circ$ , das zonas F,G,H,I e J, com a direcção do vento  $\theta = 0^\circ$ .

Tabela 3.19 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas de duas vertentes

Fonte: (Extrato do Quadro-7.4a da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Ângulo de inclinação $\alpha$	ZONA; Direção do vento $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
7°	-1,54	-2,4	-1,12	-1,9	-0,54	-1,02	-0,56		-0,04	-0,14
	+0,04		+0,04		+0,04		-0,48		-0,48	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0

**NOTA 1:** Com o  $\vartheta = 0^\circ$  e para inclinações entre  $\alpha = -5^\circ$  e  $\alpha = +45^\circ$ , a pressão varia rapidamente entre valores positivos e negativos na vertente virada a barlavento, razão pela qual são fornecidos valores positivos e negativos. Para estas coberturas deverão ser considerados quatro casos, em que os valores maiores ou menores em todas as áreas F, G e H são combinados com os valores maiores ou menores nas áreas I e J. Não é permitida a mistura, numa mesma vertente, de valores positivos com valores negativos.

**NOTA 2:** Para ângulos de inclinação intermédios entre ângulos com o mesmo sinal, poderá ser efetuada uma interpolação linear entre valores com o mesmo sinal. (Não efetuar interpolação entre  $\alpha = +5^\circ$  e  $\alpha = -5^\circ$ , mas antes utilizar os valores relativos às coberturas em terraço indicados em 7.2.3). Os valores iguais a 0,0 são fornecidos para efeitos de interpolação.

**NOTA 3:** O valor do coeficiente de pressão exterior da Zona F,  $C_{pe} = -1,62$ , ou  $C_{pe} = -1,57$ , obtido a partir da equação (2.6) deste trabalho, visto a área ser 8,10 m<sup>2</sup>, logo compreendida entre 1m<sup>2</sup> e 10 m<sup>2</sup>.

Nesta direção deve se ter especial atenção à nota 1 da tabela anterior, no caso de estudo não se considerou os quatro casos previstos na nota mas apenas dois, tal como mostra a figura 3.16, uma vez que os valores dos coeficientes de pressão exterior admitidos foram os valores coeficientes globais  $C_{pe,10}$  com exceção da zona F com área de 8,10m<sup>2</sup>, o valor de  $C_{pe} = -1,62$  ou  $C_{pe} = -1,57$  tal como descreve a nota 3 da mesma tabela.

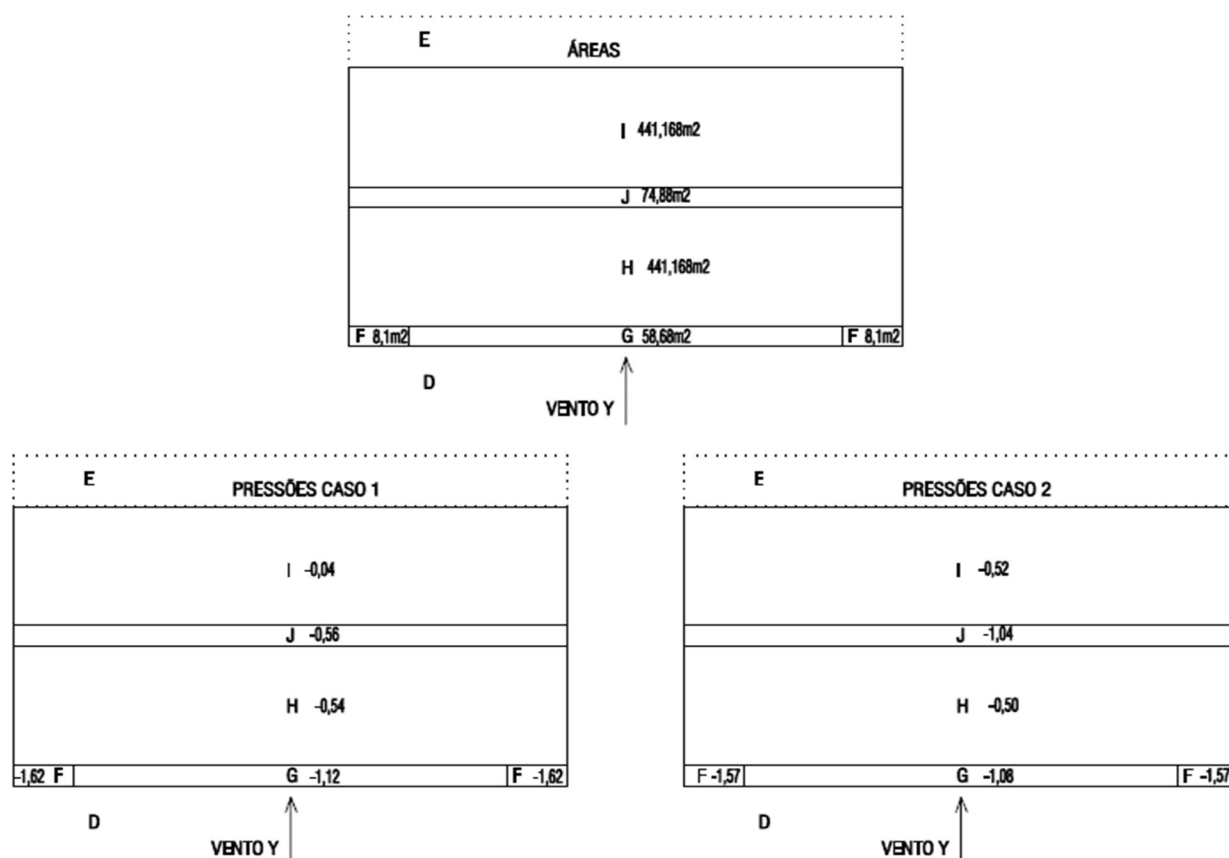


Figura 3.16 – Zonamento da cobertura de duas vertentes, áreas e os dois casos de combinação de pressões na direção do vento  $\theta = 0^\circ$

A tabela 3.20 é um excerto do Quadro-7.4b da norma NP EN 1991-1-4\_2010, onde se expõe os valores limite do intervalo de interpolação linear usados para obtenção dos coeficientes de pressão exterior, para um ângulo de inclinação das vertentes  $\alpha = 7^\circ$ , das zonas F,G,H e I, com a direção do vento  $\theta = 90^\circ$

Tabela 3.20 – Coeficientes de pressão exterior para coberturas de duas vertentes

Fonte: (Extrato do Quadro-7.4b da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

Ângulo de inclinação α	ZONA; Direção do vento θ= 90°							
	F		G		H		I	
	C <sub>pe,10</sub>	C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,10</sub>	C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,10</sub>	C <sub>pe,1</sub>	C <sub>pe,10</sub>	C <sub>pe,1</sub>
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
7°	-1,54	-2,16	-1,3	-2,0	-0,68	-1,2	-0,58	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
<b>NOTA 1:</b> O valor do coeficiente de pressão exterior da <b>Zona F</b> , <b>C<sub>pe</sub>= -1,60</b> , obtido a partir da equação <b>(2.6)</b> deste trabalho, visto a área ser 8.10 m <sup>2</sup> . Logo compreendida entre 1m <sup>2</sup> e 10 m <sup>2</sup> .								

Nesta direção os valores dos coeficientes de pressão exterior admitidos foram os valores coeficientes globais  $C_{pe,10}$  com exceção da zona F com área de  $8,10\text{m}^2$ , o valor de  $C_{pe} = -1,60$  tal como descreve a nota 1 da tabela anterior. A figura 3.17 apresenta as áreas e as pressões admitidas.

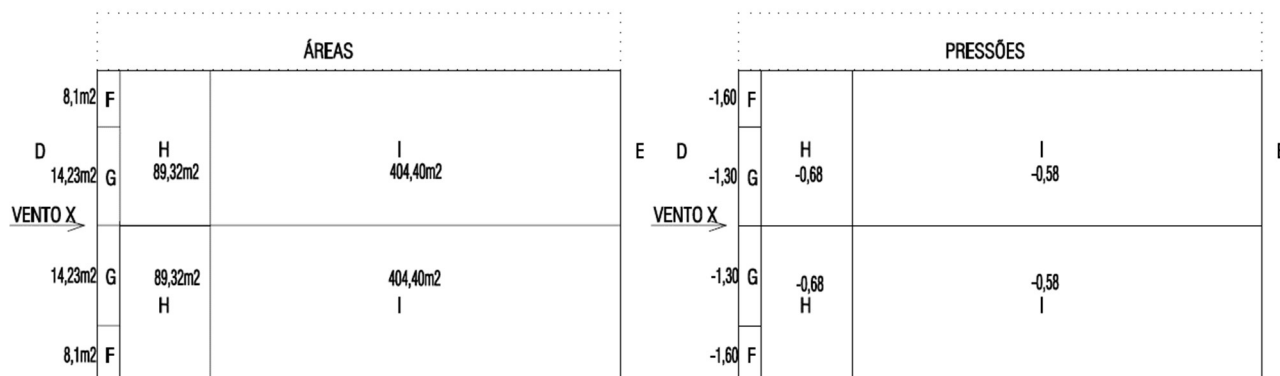


Figura 3.17 – Zonamento da cobertura de duas vertentes áreas e pressões, na direção do vento  $\theta = 90^\circ$

A figura 3.18 ilustra os dois casos previstos no estudo deste trabalho, para obtenção das pressões interiores exercidas nas superfícies foi considerado o caso mais gravoso previsto na norma NP EN 1991-1-4\_2010 que atribui às pressões (caso (a)) o valor de  $+0,2$  e às sucções o valor de  $-0,3$  (caso (b)).

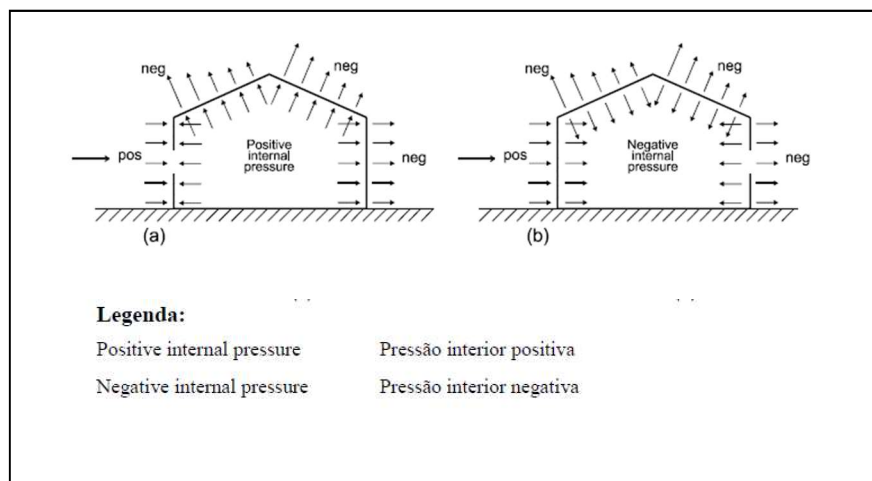


Figura 3.18 – Pressão exercida em superfícies

Fonte: (Extrato da Figura-5.1 da norma NP EN 1991-1-4\_2010, (EC1))

A norma NP EN 1991-1-4\_2010 considera que as pressões interiores e exteriores devem atuar simultaneamente, “as pressões interiores e exteriores devem ser consideradas como atuando simultaneamente. Deve ser considerada a combinação mais desfavorável das pressões exteriores e interiores para cada combinação de possíveis aberturas e outras vias de passagem de ar”.<sup>[14]</sup> para o

cálculo das paredes verticais, os valores máximos resultantes da soma vetorial dos coeficientes  $C_{pe}$  e  $C_{pi}$  obtidos foram para sucções de -1,4 e para pressões de +1,008. Para o cálculo final da ação do vento nas paredes de acordo com a equação (3.7), foi utilizado o coeficiente mais condicionante (sucções de -1,4) e a pressão dinâmica de pico já calculada anteriormente de valor  $q_p = 740,391 \text{ [N/m}^2\text{]}$ .

$$W_{ek} = q_p \cdot C_p \quad (3.7)$$

onde:

$W_{ek}$  – Valor característico da ação do vento;

$q_p$  – Pressão dinâmica de pico;

$C_p$  – Coeficiente de pressões ( $C_{pe} + C_{pi}$  soma vetorial).

O valor característico da ação do vento em paredes verticais para dimensionamento foi considerado como uma carga de sucção uniformemente distribuída de  $W_{ek} = -1,04 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ .

Para o cálculo da cobertura em terraço, o valor máximo resultante da soma vetorial dos coeficientes  $C_{pe}$  e  $C_{pi}$  obtido foi para sucções de -1,72. No cálculo final da ação do vento na cobertura em terraço de acordo com a equação (3.7), o coeficiente mais condicionante e a pressão dinâmica de pico já calculada anteriormente de valor  $q_p = 740,391 \text{ [N/m}^2\text{]}$ , permite obter o valor característico da ação do vento na mesma, para dimensionamento foi considerado como uma carga de sucção uniformemente distribuída de  $W_{ek} = -1,27 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ .

Para o cálculo da cobertura de duas vertentes, o valor máximo resultante da soma vetorial dos coeficientes  $C_{pe}$  e  $C_{pi}$  obtido foi para sucções de -1,82. No cálculo final da ação do vento na cobertura de duas vertentes de acordo com a equação (3.7), o coeficiente mais condicionante e a pressão dinâmica de pico já calculada anteriormente de valor  $q_p = 740,391 \text{ [N/m}^2\text{]}$ , permite obter o valor característico da ação do vento na mesma, para dimensionamento foi considerado como uma carga de sucção uniformemente distribuída de  $W_{ek} = -1,35 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ .

A tabela 3.21 resume os valores condicionantes da ação do vento anteriormente calculados para os vários elementos.

Tabela 3.21 – Valor característico da ação do vento

Valor característico da ação do vento $W_{ek} \text{ [kN/m}^2\text{]}$		
Paredes verticais	Cobertura em terraço	Cobertura de duas vertentes
-1,04	-1,27	-1,35

Par melhor compreender os resultados anteriores o (ANEXO III) apresenta desenhos esquemáticos com a distribuição dos coeficientes de pressão pelos elementos de acordo com as várias combinações impostas pela norma NP EN 1991-1-4\_2010.

#### – Ação Sísmica

No cálculo da ação sísmica foram seguidos os pressupostos estabelecidos na norma europeia NP EN 1998-1\_2010. Quando se fala em ação sísmica, o ótímo seria, quando há este tipo de ocorrência todas as estruturas ficassem tal como se encontravam antes do fenómeno acontecer, com tudo de acordo com os registos, isso não acontece.

Deve-se ter em linha de conta as considerações da norma quando se trata do projeto e construção de edifícios e de outras obras de engenharia civil com exceção de obras de grande envergadura como *“estruturas especiais, como por exemplo as centrais nucleares, as estruturas offshore, e as grandes barragens.”* [16]

Considera-se que o objetivo da aplicação no âmbito estrutural é que as vidas humanas sejam protegidas, os danos limitados e a estruturas importantes para a proteção civil se mantenham operacionais como descreve o ponto 1.1.1 (1) P. Assim as disposições previstas na norma tem de ser cumpridas no projeto de estruturas em zonas sísmicas.

O edifício projetado, situa-se no concelho de Penafiel, distrito do Porto, de acordo com o zonamento sísmico em Portugal Continental figura 3.19, existe dois tipos de ação sísmica:

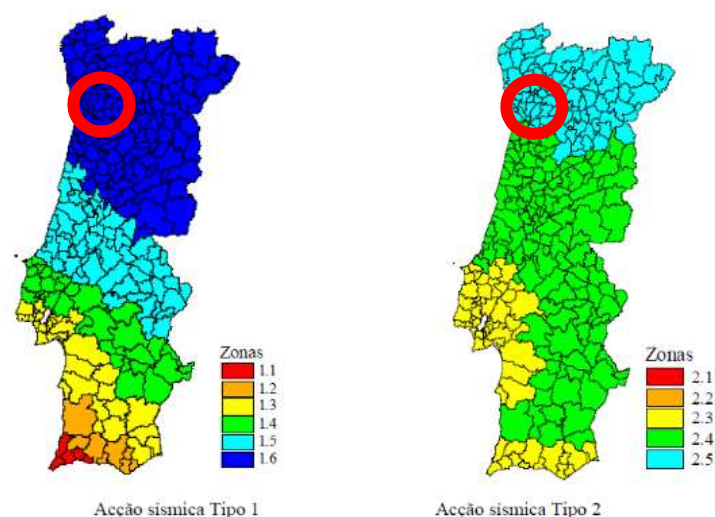


Figura 3.19 – Zonamento sísmico em Portugal Continental

Fonte: (Extrato da Figura-NA. I da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))



- Ação sísmica tipo 1 (referente ao sismo afastado);
- Ação sísmica tipo 2 (referente ao sismo próximo).

Após a análise da figura anterior pode-se concluir que para o projeto em causa os valores recomendados são os apresentados na tabela 3.22.

Tabela 3.22 – Definição do zonamento sísmico do concelho de Penafiel

Fonte: (Extrato Anexo NA. I da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8), Lista de Concelhos com definição do zonamento sísmico)

Portugal Continental		Ação sísmica			
Código do Município	Designação	Tipo 1		Tipo 2	
		Zona sísmica	Aceleração $a_g R$ (m/s <sup>2</sup> )	Zona sísmica	Aceleração $a_g R$ (m/s <sup>2</sup> )
1311	Penafiel	1,6	0,35	2,5	0,8

Como o terreno do local de implantação do empreendimento como já anteriormente assumido nas condicionantes geotécnicas pertencendo a maciço granítico de Penafiel, e de acordo com o perfil estratigráfico descrito na tabela 3.23, pode-se concluir que o terreno é do tipo A.

Tabela 3.23 – Definição do zonamento sísmico do concelho de Penafiel

Fonte: (Extrato Quadro 3.1- Tipos de terreno, da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

Tipo de terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (pancadas/30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo 5 m de material mais fraco à superfície.	> 800	—	—

De acordo com a norma NP EN 1998-1\_2010 os edifícios são classificados quanto à sua importância em quatro classes distintas, no subcapítulo 2.1 condicionantes geológicas e geotécnicas as classes de consequência admitidas foram, para o ginnodesportivo (CC3) e para o edifício administrativo (CC2). Na tabela 3.24 pode se verificar na nota apresentada que há correspondência com as categorias acima descritas, concluindo se assim que os edifícios projetados são da classe de importância III.

Tabela 3.24 – Classes de importância para os edifícios

Fonte: (Quadro 4.3 - Classes de importância para os edifícios a norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

Classes de importância	Edifícios
I	Edifícios de importância menor para a segurança pública, como por exemplo edifícios agrícolas, etc.
II	Edifícios correntes, não pertencentes às outras categorias
III	Edifícios cuja resistência sísmica é importante tendo em vista as consequências associadas ao colapso, como por exemplo escolas, salas de reunião, instituições culturais, etc.
IV	Edifícios cuja integridade em caso de sismo é de importância vital para a proteção civil, como por exemplo hospitais, quartéis de bombeiros, centrais elétricas, etc.

“NOTA: As classes de importância I, II e III ou IV correspondem aproximadamente às classes de consequência CC1, CC2 e CC3 respetivamente, definidas na EN 1990:2002, Anexo B.”<sup>[16]</sup>

Para Portugal os coeficientes de importância indicados no Anexo Nacional correspondem aos apresentados na tabela 3.25.

Tabela 3.25 – Coeficientes de importância  $\gamma_I$ 

Fonte: (Quadro NA. II da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

Classes de importância	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
I	0,65	0,75	0,85
II	1,00	1,00	1,00
III	1,45	1,25	1,15
IV	1,95	1,50	1,35

Para obter o valor de cálculo da aceleração à aplica-se a equação 3.8, admitindo que os edifícios projetados são da classe de importância III.

$$a_g = \gamma_I \cdot a_g R \quad (3.8)$$

onde:

$a_g$  – Valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A;

$\gamma_I$  – Coeficiente de importância;

$a_g R$  – Valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A.

Na tabela 3.26 estão apresentados os valores utilizados para o cálculo da aceleração à superfície de um terreno em estudo.

Tabela 3.26 – Valores das acelerações e coeficientes

	Coeficiente de importância	Aceleração $a_g R$ (m/s <sup>2</sup> )	Aceleração $a_g$ (m/s <sup>2</sup> )	Aceleração do terreno $S_{DS}$ (m/s <sup>2</sup> )
Ação sísmica Tipo 1	1,45	0,35	0,51	0,51
Ação sísmica Tipo 2	1,25	0,80	1,00	1,00

**NOTA:** O valor da aceleração do terreno  $S_{DS} = S \cdot a_g$  (m/s<sup>2</sup>)

Como se pode observar o valor de aceleração  $a_g \leq 1$  m/s<sup>2</sup> para os dois tipos de ação sísmica, logo daí se conclui que o valor de  $S = S_{max}$ , tomando o valor de 1 para ambos os casos, como se expressa na tabela 3.27 constituída pelos valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos das ações sísmicas Tipo 1 e Tipo 2 extraídos dos quadros NA-3.2 e NA-3.3 da norma NP EN 1998-1\_2010.

O terreno de implantação do empreendimento é considerado de baixa sismicidade para a ação sísmica

Tabela 3.27 – Valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos

Fonte: (Quadro NA-3.2 e NA-3.3 da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

Tipo de terreno	Ação sísmica	$S_{max}$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	Tipo1	1,0	0,1	0,60	2,0
A	Tipo2	1,0	0,1	0,25	2,0

do Tipo 1 uma vez que o produto de  $a_g \cdot S = 0,51$  m/s<sup>2</sup>, cumprindo o pressuposto na alínea d) do Anexo Nacional, que diz “em Portugal as situações em que  $a_g \cdot S \leq 0,98$  m/s<sup>2</sup> para ambos tipos de ação sísmica serão consideradas de baixa sismicidade.”<sup>[16]</sup>

O mesmo não acontece para a ação sísmica do Tipo 2, o produto de  $a_g \cdot S = 1$  m/s<sup>2</sup>, sendo esta, a ação mais condicionante, as seguintes equações definem o espectro de resposta elástica para as componentes horizontais.

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] \quad (3.9)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \quad (3.10)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C}{T} \right] \quad (3.11)$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad (3.12)$$

onde:

$S_e(T)$  – espectro de resposta elástica;

$T$  – período de vibração de um sistema linear com um grau de liberdade;

$a_g$  – valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A ( $a_g = \gamma_I \cdot a_g R$ );

$T_B$  – limite inferior do período no patamar de aceleração espectral constante;

$T_C$  – limite superior do período no patamar de aceleração espectral constante;

$T_D$  – Valor que define no espectro o início do ramo de deslocamento constante;

$S$  – coeficiente de solo;

$\eta$  – coeficiente de correção do amortecimento, com o valor de referência  $\eta = 1$  para 5% de amortecimento viscoso para a estruturas de betão armado e  $\eta = 1,195$  para 2% de amortecimento viscoso para a estruturas metálicas.

A figura 3.20 representa a forma do espectro de resposta elástica.

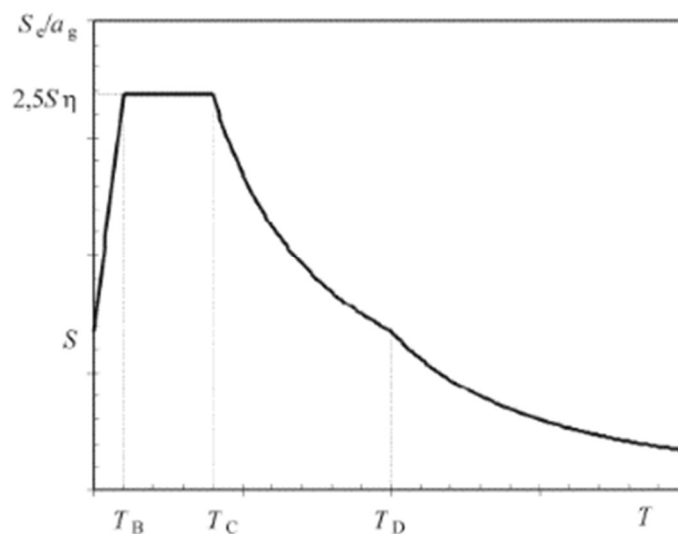


Figura 3.20 – Forma do espectro de resposta elástica

Fonte: (Extrato da Figura 3.1 da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

A figura 3.21 apresenta o espectro de resposta elástica para a zona em causa e o coeficiente de correção do amortecimento, com o valor de referência  $\eta = 1$  para 5% de amortecimento viscoso para a estruturas de betão armado.

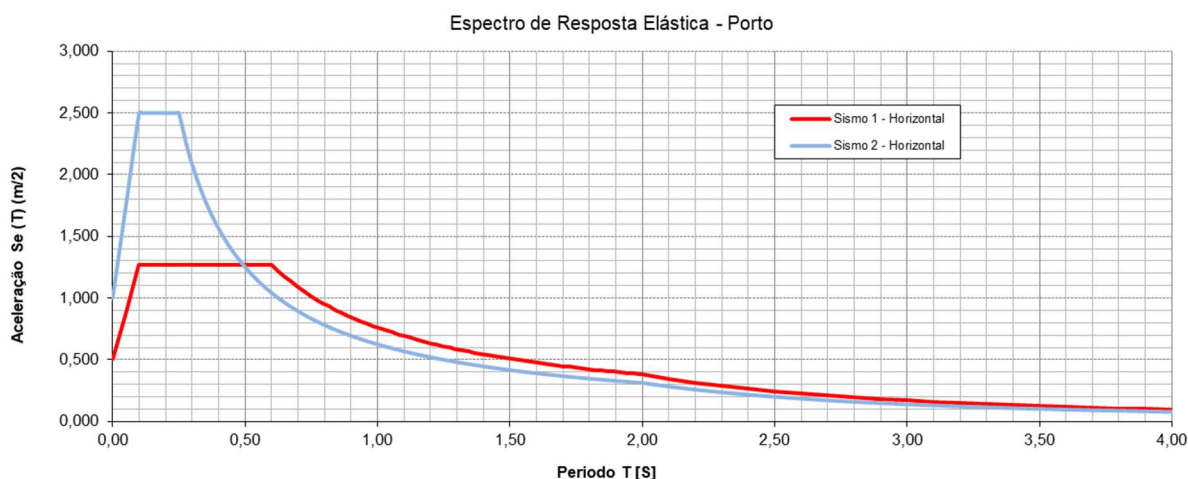


Figura 3.21 – Forma do espectro de resposta elástica com o valor de referência  $\eta = 1$

A figura 3.22 apresenta o espectro de resposta elástica para a zona em causa e o coeficiente de correção do amortecimento, com o valor de referência  $\eta = 1,195$  para 2% de amortecimento viscoso para a estruturas metálicas.

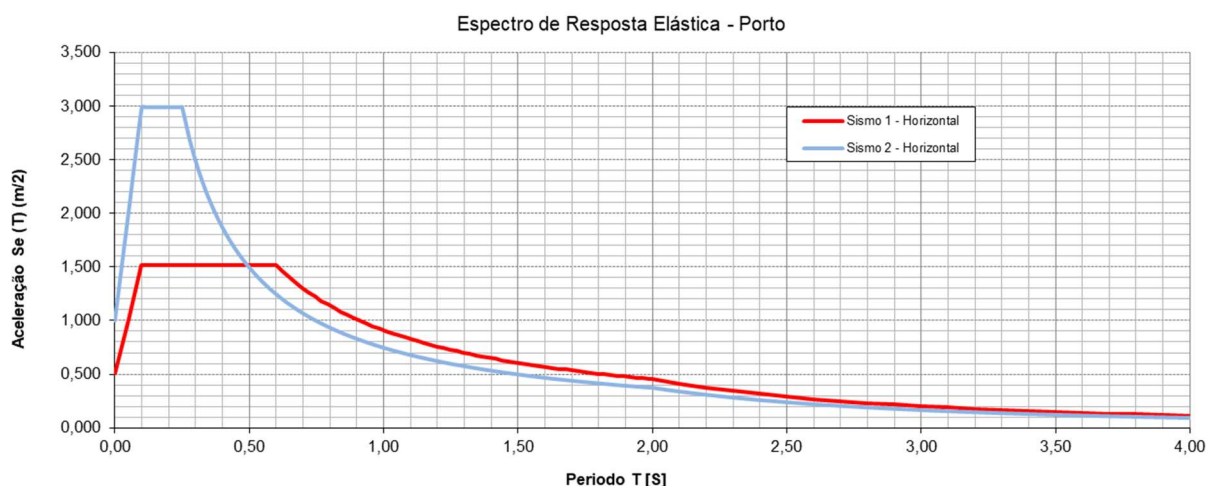


Figura 3.22 – Forma do espectro de resposta elástica com o valor de referência  $\eta = 1,195$

A tabela 3.28 apresenta os valores do período de vibração natural do edifício-Ted (s) com base nas alturas dos elementos do edifício ginnodesportivo e as diversas formas de pórticos a construir, sendo que alguns serão sem preenchimento interior, outros com preenchimento parcial interior e outros com preenchimento total do seu interior, os valores apresentados para o período de vibração natural do edifício foram obtidos nos apontamentos teóricos da unidade curricular Tecnologia de Fachadas (TECFA) onde foram abordadas estas matérias.

Tabela 3.28 – Período de vibração natural do edifício-Ted (s)

Tipos de pórticos	Elemento estrutural	Altura do edifício (m)	Período de vibração natural do edifício-Ted (s)	
Sem preenchimento interior	Pavilhão Gimnodesportivo (recinto de jogo)	9,00	0,054h	0,486
Com preenchimento parcial interior			0,034h	0,306
Com preenchimento interior			0,025h	0,225
Sem preenchimento interior	Pavilhão Gimnodesportivo (acesso à bancada)	7,58	0,054h	0,409
Com preenchimento parcial interior			0,034h	0,258
Com preenchimento interior			0,025h	0,1895
Sem preenchimento interior	Edifício Administrativo	6,56	0,054h	0,354
Com preenchimento parcial interior			0,034h	0,223
Com preenchimento interior			0,025h	0,164
Sem preenchimento interior	Bancada	3,21	0,054h	0,173
Com preenchimento parcial interior			0,034h	0,109
Com preenchimento interior			0,025h	0,080

Para além das componentes horizontais dos espectros de resposta elástica, há também as componentes verticais da ação sísmica tipo 1 e tipo 2, nos casos em que  $a_{vg}$  for superior a 0,25 g ( $2,5\text{m/s}^2$ ). A tabela 3.29 transcreve os valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos verticais.

Tabela 3.29 – Valores dos parâmetros definidores dos espectros de resposta elásticos verticais

Fonte: (Quadro NA-3.4 e NA-3.3 da norma NP EN 1998-1\_2010, (EC8))

Ação sísmica	$a_{vg}/a_g$	$T_B(s)$	$T_C(s)$	$T_D(s)$
Tipo1	0,75	0,05	0,25	1,0
Tipo2	0,95	0,05	0,15	1,0

A tabela 3.30 apresenta os valores obtidos do cálculo da aceleração à superfície do terreno na direção vertical  $a_{vg}$  em ( $\text{m/s}^2$ ), permitindo entender que está dispensada a necessidade de considerar a componente vertical para ambas as ações sísmicas, uma vez que estes valores são inferiores a 0,25 g ( $2,5\text{m/s}^2$ ), tal como impõe a norma NP EN 1998-1\_2010.

Tabela 3.30 – Valores da aceleração vertical

Ação sísmica	Aceleração $a_g$ (m/s <sup>2</sup> )	$a_{vg}/a_g$	$a_{vg}$ (m/s <sup>2</sup> )
Tipo1	0,51	0,75	0,38
Tipo2	1,00	0,95	0,95

– Ação da Temperatura

No cálculo da ação da temperatura foram seguidos os pressupostos estabelecidos na norma europeia NP EN 1991-1-5\_2009. Os edifícios projetados são situados na freguesia de Irivo, concelho de Penafiel, distrito do Porto, implantados na cota 185,00 m, a figura 3.23 representa o zonamento térmico para as condições de Inverno e Verão.

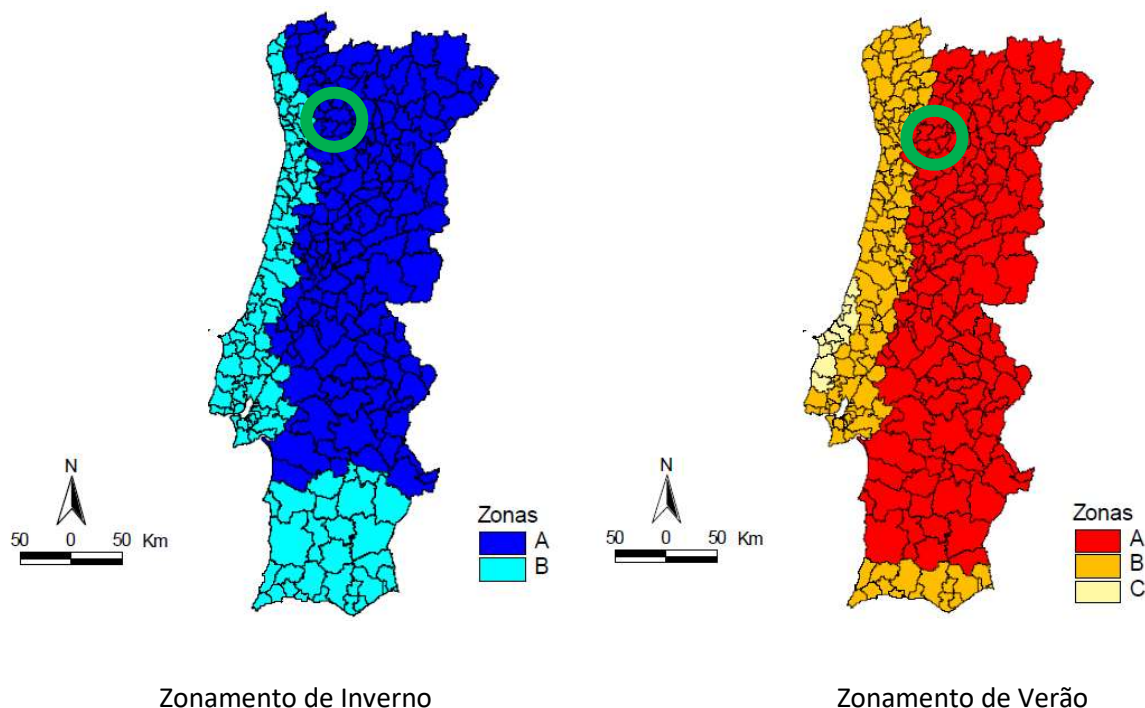


Figura 3.23 – Zonamento térmico para as condições de Inverno ( $T_{min}$ ) e Verão ( $T_{max}$ ) no Continente

Fonte: (Extrato Figura NA. I e Figura NA. II da norma NP EN 1991-1-5\_2009)

De acordo com os quadros NA.I e NA.II, da norma NP EN 1991-1-5\_2009, o concelho de Penafiel está localizado na Zona A para ambos os casos, a tabela 3.31 resume os valores das temperaturas mínimas e máximas para a zona A, à cota 0,00 m, e as do local da edificação a uma altitude de 185 m, obtidas por aplicação direta da subtração dos valores previstos nas notas 1 e 2.

Tabela 3.31 – Valores das temperaturas mínimas e máximas.

Estação	Zona	Temperatura (atitude 0 m)	Temperatura (altitude 185 m)	
Inverno	A	$T_{min} = -5 \text{ °C}^*$	$T_{min} = -5,93 \text{ °C}$	$T_{min} = -6 \text{ °C}$
Verão	A	$T_{max} = 45 \text{ °C}^*$	$T_{max} = 43,15 \text{ °C}$	$T_{max} = 43 \text{ °C}$
<p><b>NOTA 1:</b> Aos valores de <math>T_{min}</math> indicados para cada zona deve-se subtrair <math>0,5 \text{ °C}</math> por cada 100 m de altitude.</p> <p><b>NOTA 2:</b> Aos valores de <math>T_{max}</math> indicados para cada zona deve-se subtrair <math>1,0 \text{ °C}</math> por cada 100 m de altitude.</p> <p>* Valores extraídos dos quadros NA. I e NA. II, da norma NP EN 1991-1-5_2009.</p>				

A tabela 3.32 apresenta os valores das temperaturas para ambientes interiores de acordo com o especificado no Anexo Nacional da norma NP EN 1991-1-5\_2009, para as estações Verão e Inverno.

Tabela 3.32 – Temperaturas indicativas  $T_{in}$  para ambientes interiores

Fonte: (Quadro NA-5.1 da norma NP EN 1991-1-5\_2009, (EC1))

Estação	Temperatura $T_{in}$
Verão	$T_1 = 25 \text{ °C}$
Inverno	$T_2 = 18 \text{ °C}$

A tabela 3.33 apresenta a forma de cálculo para obter a temperatura exterior  $T_{out}$  em função da das superfícies expostas, incluindo o tipo de acabamento superficial e a orientação dos elementos estruturais em relação ao Norte.

Tabela 3.33 – Temperaturas indicativas  $T_{out}$  para zonas de edifícios acima do solo

Fonte: (Quadro NA-5.2 da norma NP EN 1991-1-5\_2009, (EC1))

Estação	Fator significativo		Temperatura $T_{out}$ em °C
Verão	Absorvidade relativa depende da cor da superfície	0,5 superfície clara brilhante	$T_{max} + T_3$
		0,7 superfície de cor clara	$T_{max} + T_4$
		0,9 superfície escura	$T_{max} + T_5$
Inverno			$T_{min}$

Devem utilizar-se os seguintes valores:

$$T_3 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}; T_4 = 2\text{ }^{\circ}\text{C}; T_5 = 5\text{ }^{\circ}\text{C};$$

Os valores de  $T_{out}$  assim obtidos, são validos para superfícies horizontais ou viradas a oeste. Para ter em conta outras orientações da superfície, o valor  $T_{out}$  pode ser multiplicado pelo coeficiente  $\eta$  obtido a partir da seguinte expressão empírica:

$$\eta=0,9 + 0,1 \times \text{sem}[(\beta/360^{\circ})^{2,5} \times 360^{\circ} - 90^{\circ}]$$

onde  $\beta$  representa o ângulo, em graus, que a normal exterior do elemento estrutural faz com o Norte, medido no sentido horário (ex.:  $N \rightarrow \beta = 0^{\circ}$ ;  $S \rightarrow \beta = 180^{\circ}$ ;  $SO \rightarrow \beta = 225^{\circ}$ ).



No (ANEXO IV) estão representados ângulos  $\beta$  com os respectivos valores em graus que normal exterior dos elementos estruturais faz com o Norte. A partir dos vários ângulos com a aplicação da expressão da tabela anterior, foi obtido o valor do  $\eta$  para os vários alçados, tal como se apresenta na tabela 3.34 incluindo os valores de  $T_{out}$  para as condições de Verão e Inverno.

Tabela 3.34 – Temperaturas  $T_{out}$  para a zona de implantação do edifício acima do solo

Zonas	$\beta$	$\eta$	Verão Temperatura $T_{out}$		Inverno Temperatura $T_{out}$
Frontal*	38°	0,80	$T_{max} + T_4 = 45,15\text{ °C}$	36,12 °C	$T_{min} = -5,93\text{ °C}$
Lat. Esquerdo*	128°	0,81	$T_{max} + T_4 = 45,15\text{ °C}$	36,57 °C	
Posterior*	218°	0,92	$T_{max} + T_4 = 45,15\text{ °C}$	41,54 °C	
Lat. Direito*	308°	0,94	$T_{max} + T_4 = 45,15\text{ °C}$	42,44 °C	
Cobertura**		1	$T_{max} + T_3 = 43,15\text{ °C}$	43,15 °C	
*Admitiu-se superfície de cor clara					
**Admitiu-se superfície horizontal de clara brilhante					

De acordo com a norma NP EN 1991-1-5\_2009 no ponto 4 (3) “a distribuição da temperatura num dado elemento estrutural poderá ser decomposto nas seguintes componentes essenciais,” [17] como se representa na figura 3.24:

- a) uma componente da variação uniforme de temperatura,  $\Delta T_u$ ;
- b) uma componente linear da variação diferencial de temperatura ao longo do eixo z,  $\Delta T_{My}$ ;
- c) uma componente linear da variação diferencial de temperatura ao longo do eixo y,  $\Delta T_{Mz}$ ;
- d) uma componente não linear da variação diferencial de temperatura,  $\Delta T_E$ . A esta componente corresponde um sistema de tensões auto-equilibradas com esforços resultantes nulos no elemento.” [17]

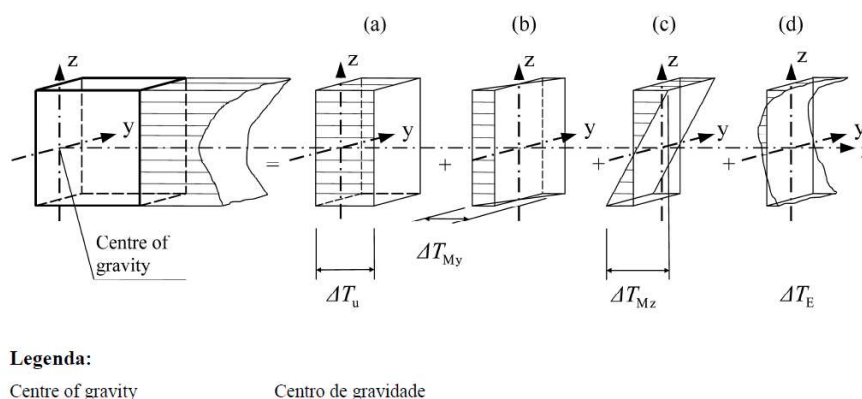


Figura 3.24 – Diagramas das componentes de um perfil de temperatura

Fonte: (Extrato Figura 4.1 da norma NP EN 1991-1-5\_2009, (EC1))

De acordo com a alínea m) NA-A.1(3) para o valor da temperatura inicial ( $T_0$ ) admite-se o valor da temperatura média do ar no local da obra, não havendo informações durante o período da construção considera-se que  $T_0$  é igual a 15 °C. O caso de estudo aborda a construção de edifícios os efeitos condicionantes das ações térmicas estão relacionados com a componente de variação uniforme da temperatura  $\Delta T_u$ . A temperatura média do elemento estrutural ( $T$ ) é obtida através da média das temperaturas dos ambientes exteriores ( $T_{out}$ ) e interiores ( $T_{in}$ ).

Na tabela 3.35 estão resumidos os valores para o caso de estudo da variação uniforme de temperatura  $\Delta T_u$  para condições de inverno e de verão para as várias zonas do edifício.

Tabela 3.35 – Variação uniforme de temperatura  $\Delta T_u$  para condições inverno/verão

Estações	Zonas	$T_0$ (°C)	$T = \frac{T_{in}+T_{out}}{2}$ (°C)	$\Delta T_u = T - T_0$ (°C)
Verão	Frontal	15	30,56	15,56
	Lat. Esq.	15	30,785	15,785
	Posterior	15	33,27	18,27
	Lat. Dir.	15	33,72	18,72
	Cobertura	15	34,075	19,075
Inverno		15	6,035	-8,965

Após a análise da tabela anterior constata-se que em função da orientação dos elementos resultam vários valores de  $\Delta T_u$  para as condições de verão, contudo os valores admitidos como referência para o cálculo foram  $\Delta T_u = +19$  °C para condições de verão e  $\Delta T_u = -9$  °C para condições de inverno.

A tabela 3.36 apresenta os valores dos coeficientes de dilatação linear dos materiais previstos para a elaboração destes edifícios.

Tabela 3.36 – Coeficientes de dilatação linear

Fonte: (Extrato do Quadro C.1 do Anexo C da norma NP EN 1991-1-5\_2009)

Material	$\alpha_T$ ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )
Aço de construção, ferro forjado ou fundido	12 (ver Nota)
Betão, exceto de inertes leves	10
<b>Nota:</b> Para estruturas mistas, o coeficiente de dilatação linear dos elementos metálicos poderá ser considerado igual a $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , a fim de não se considerar os efeitos de coação resultantes de valores diferentes de $\alpha_T$	

### 3.3 COMBINAÇÃO DE AÇÕES

As estruturas deverão projetadas para resistir às ações que possam atuar nas mesmas, não isoladas, mas também combinadas. Assim terá que se ter em conta as combinações das ações para o estado limite último (ELU) e para o estado limite de serviço (ELS). Para as estruturas em estudo, as combinações de ações consideradas na análise foram as previstas na norma NPEN001990\_2009.

#### 3.3.1 Combinação de ações ELU

ELU – Combinação fundamental (art.º 6.4.3.2 – EC0)

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.13)$$

ELU – Combinação para a situação de projeto sísmica (art.º 6.4.3.4 – EC0)

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" A_{Ed} "+" \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (3.14)$$

#### 3.3.2 Combinação de ações ELS

ELS – Combinação característica (art.º 6.5.3 (a) – EC0)

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.15)$$

ELS – Combinação frequente (art.º 6.5.3 (b) – EC0)

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" \Psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1 \quad (3.16)$$

ELS – Combinação quase-permanente (art.º 6.5.3 (c) – EC0)

$$E_d = E\left\{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i \geq 1 \quad (3.17)$$

onde:

$E_d$  — valor de calculo do efeito das ações;

$E$  — efeito de uma ação;

$\Sigma$  — “efeito combinado”;

$\gamma_{G,j}$  — coeficiente parcial relativo à ação permanente;

$G_{k,j}$  — valor característico da ação permanente  $j$ ;

“+” — “a combinar com”;

$\gamma_{Q,1}$  — coeficiente parcial relativo à ação variável 1;

$Q_{k,1}$  — valor característico da ação variável de base da combinação 1;

$\gamma_{Q,i}$  — coeficiente parcial relativo à ação variável  $i$ ;

$Q_{k,i}$  — valor característico da ação variável acompanhante  $i$ ;

$A_{Ed}$  — valor de cálculo de uma ação sísmica  $A_{Ed} = \gamma_I \cdot A_{Ek}$ ;

$\Psi_{0,i}$  — coeficiente para a determinação do valor de combinação de uma ação variável  $i$ ;

$\Psi_{1,1}$  — coeficiente para a determinação do valor frequente de uma ação variável 1;

$\Psi_{2,i}$  — coeficiente para a determinação do valor quase-permanente de uma ação variável  $i$ .



## CAPÍTULO 4

### DESCRIÇÃO, MODELAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

#### 4.1 DESCRIÇÃO DOS DIFERENTES MODELOS

O tema deste capítulo é dimensionamento e análise comparativa de várias soluções estruturais, no estudo elaborado foram considerados para cada um dos elementos estruturais vários modelos que estão descritos nos subcapítulos seguintes.

##### 4.1.1 Túnel

Na abordagem ao processo de construção da passagem inferior de atletas neste trabalho denominado por túnel, idealizou-se três modelos A, B e C na tentativa de melhor poder comparar e minimizar custos de execução servindo de base ao processo de adoção do modelo que teve como critério, o mais económico.

###### – Modelo A

A metodologia adotada aborda a construção *“in situ”* com métodos tradicionais, de todos os elementos estruturais, fundações com sapatas continuas, paredes estruturais ou muros suporte, laje maciça armada numa direção e lajes de escada, para além destes elementos foram também considerados os não estruturais transversais aos vários modelos para efeitos de dimensionamento, nomeadamente o piso térreo com a execução de pavimento industrial a impermeabilização e o aterro.

A figura 4.1 apresenta a planta e o corte da infraestrutura túnel, o seu dimensionamento foi elaborado com recurso ao software de cálculo automático da Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017, utilizando o método de elementos finitos como se irá ver mais à frente neste trabalho.

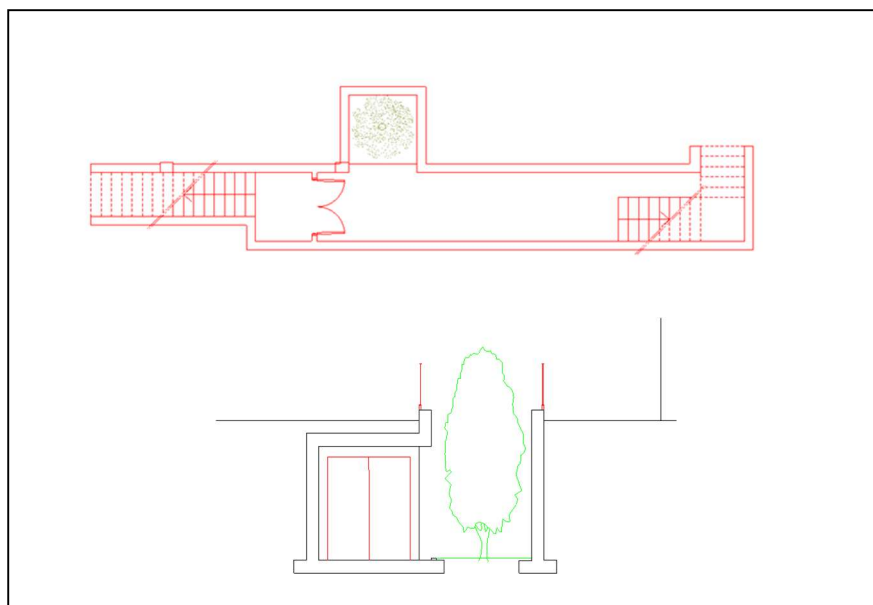


Figura 4.1 – Planta e corte do túnel do projeto arquitetura

– Modelo B

A metodologia adotada de acordo com a figura 4.2, aborda a construção pré-fabricada com utilização de “Box-Culvert” monobloco tipo Betafiel e a construção “*in situ*” com métodos tradicionais dos restantes elementos estruturais, fundações com sapatas contínuas, paredes estruturais ou muros suporte, laje maciça armada numa direção e lajes de escada, para além destes elementos foram também considerados os não estruturais transversais aos vários modelos, nomeadamente o piso térreo com a execução de pavimento industrial a impermeabilização e o aterro.

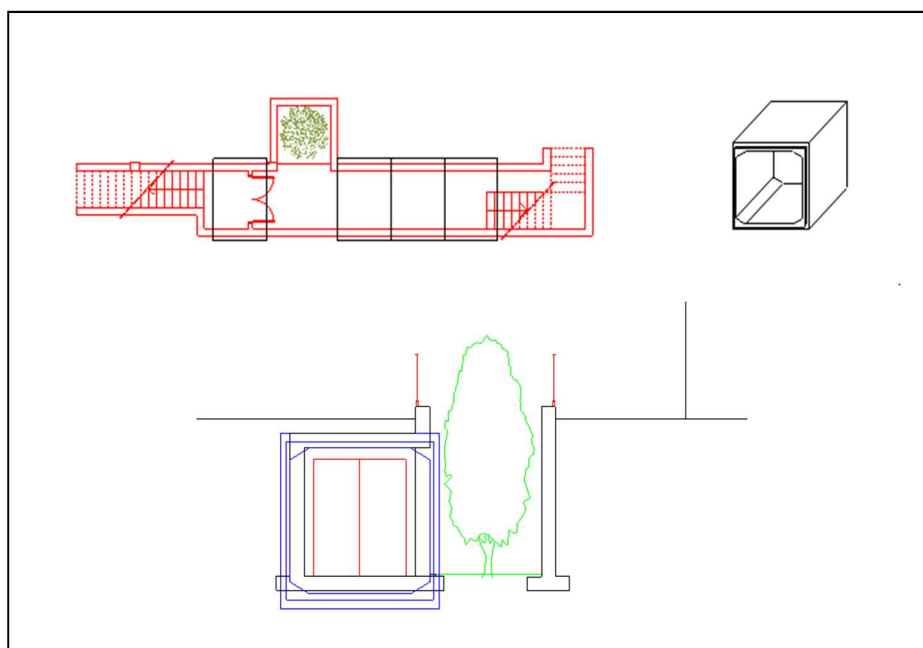


Figura 4.2 – Planta e corte do túnel exemplificativos da colocação de “Box-Culvert” monobloco

– Modelo C

A metodologia adotada de acordo com a figura 4.3, aborda a construção pré-fabricada com montagem de 13 muros suporte e 5 lajes de cobertura, estes métodos terão sempre associada a construção tradicional “*in situ*”, das fundações com sapatas contínuas para encaixe dos muros, betonagem da lâmina de compressão da laje de cobertura e lajes de escada, para além destes elementos foram também considerados os não estruturais transversais aos vários modelos, nomeadamente o piso térreo com a execução de pavimento industrial a impermeabilização e o aterro.

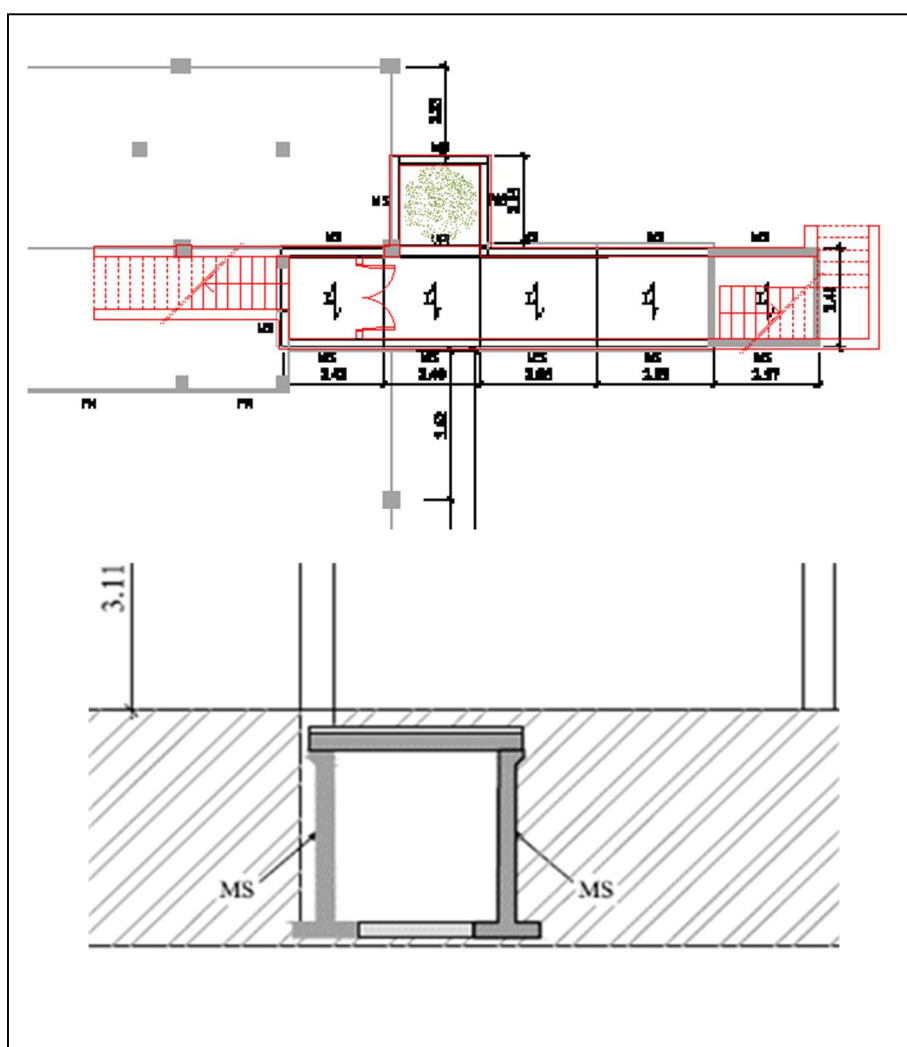


Figura 4.3 – Planta sobreposta e corte do túnel com elementos pré-fabricados

Fonte: (Extrato dos desenhos apresentados no (ANEXO V) - Transviga)



### 4.1.2 Edifício administrativo

Na abordagem ao processo de construção do edifício administrativo foram idealizados inicialmente quatro modelos A, B, C e D por conseguinte e apesar do estudo destes, existem vários elementos transversais aos mesmos, não sendo impeditivos da comparação e minimização dos custos de execução, contudo o critério de adoção do modelo foi o que mais se aproximou do modelo arquitetónico dando preponderância ao modelo A, os modelos B e C seriam em estrutura ticoidal que após a análise do dimensionamento tornariam os elementos estruturais pilares e vigas para taxas de eficiência na ordem dos 0,70, muito robustas divergindo estas do modelo arquitetónico. O modelo D foi proposto pela empresa Transviga (ANEXO V), abordando uma solução pré-fabricada integral, como irão analisar esta enquadra-se na divergência arquitetónica dos anteriores modelos B e C.

#### – Modelo A

A metodologia adotada de acordo com a figura 4.4, aborda a construção *“in situ”* com métodos tradicionais, de todos os elementos estruturais, fundações com sapatas continuas e isoladas, pilares e parede estrutural central de suporte, laje de piso e de cobertura maciças armadas em duas direções, lajes de escada e paredes exteriores de betão. Além destes elementos foram também considerados os não estruturais para efeitos de dimensionamento, nomeadamente os revestimentos exteriores e a regularização dos pavimentos do piso 1 e da cobertura.

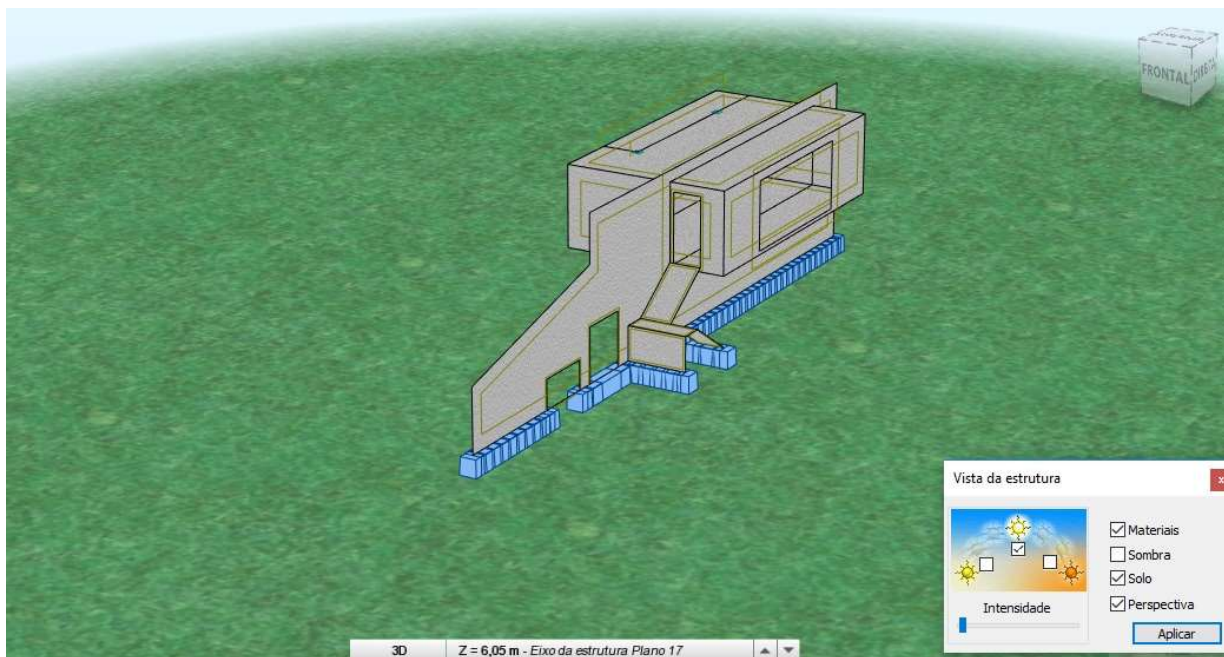


Figura 4.4 – Perspetiva do edifício administrativo extraída do Robot.

– Modelo B

A metodologia adotada de acordo com a figura 4.5, aborda a construção “*in situ*” de uma estrutura ticoidal com métodos tradicionais de todos os elementos estruturais, fundações com sapatas isoladas, superestrutura com pilares de suporte da laje piso maciça armada em duas direções com vigas embebidas de apoio e em consola, sustentando os pilares periféricos que suportam as vigas de apoio da laje de cobertura. Esta laje, também maciça e armada em duas direções bem como as lajes de escada. Para além destes elementos foram também considerados os não estruturais para efeitos de dimensionamento, nomeadamente paredes exteriores em alvenaria de bloco térmico do tipo artebel ou equivalente, os revestimentos exteriores e a regularização dos pavimentos do piso 1 e da cobertura.



Figura 4.5 – Perspetiva do edifício administrativo extraída do Robot.

– Modelo C

Neste modelo a metodologia adotada não difere em grande parte do modelo B, aborda a construção “*in situ*” de uma estrutura ticoidal com métodos tradicionais de todos os elementos estruturais, fundações com sapatas isoladas, pilares de suporte da laje piso maciça armada em duas direções com vigas embebidas de apoio e em consola, sustentando os pilares periféricos que suportam as vigas de apoio da laje de cobertura. Esta laje, também maciça e armada em duas direções bem como as lajes de escada. Para além, destes elementos foram também considerados os não estruturais para efeitos de dimensionamento, nomeadamente paredes exteriores em painel pré-fabricado de betão aparente, implicado esta metodologia uma forra interior de alvenaria de tijolo 30\*20\*15 cm, formando assim uma parede dupla com aplicação do isolamento na caixa de ar, mantendo-se a regularização dos pavimentos do piso 1 e da cobertura.

## — Modelo D

Neste modelo a metodologia a adotar seria a construção pré-fabricada de betão armado, analisando a figura 4.6, que identifica as plantas alçados e corte do edifício administrativo proposto pela Transviga (ANEXO V), poder se ia assumir este modelo que seria certamente mais económico que os anteriores, mas as condicionantes arquitetónicas não o permitiram pelo que à partida não foi adotado.

Apesar do textualizado no paragrafo anterior, importa descrever a solução, que aborda a construção “*in situ*” de fundações a montagem de 4 pilares, 8 vigas platibanda, 78 m<sup>2</sup> de laje alveolar, 1 vão de madres metálicas 10 unidades, 83 m<sup>2</sup> de painel sandwich com 40 mm de espessura, 14 ml de Algeroz duplo (composto por chapa superior galvanizada, núcleo de lã de rocha e chapa inferior lacada) e remates das platibandas, o revestimento exterior seria em painéis pré-fabricados de betão com 12 cm de espessura.

Para além destes elementos, haveria a necessidade de construir “*in situ*” parede estrutural central de suporte, cuja esta função deixaria de ser necessária na zona do edifício e ainda as lajes de escada, e a betonagem da lâmina de compressão na laje do piso 1 em painel alveolar, uma vez que as paredes exteriores seriam em painel pré-fabricado de betão aparente, estas implicariam uma forra pelo interior de alvenaria de tijolo 30\*20\*15 cm, formando assim uma parede dupla com aplicação do isolamento na caixa de ar.

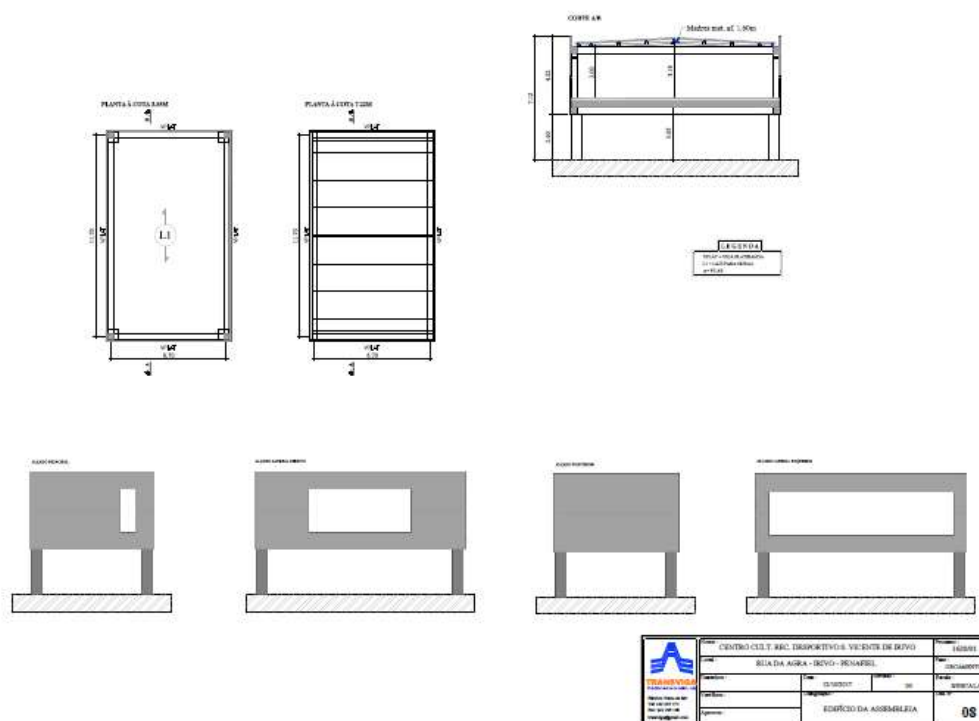


Figura 4.6 – Plantas alçados e corte do edifício administrativo

Fonte: (Extrato dos desenhos - Transviga)

### 4.1.3 Pavilhão gimnodesportivo

Na abordagem ao processo de construção do pavilhão gimnodesportivo foram idealizados dois modelos A e B, estes assentam na construção pré-fabricada de betão e na construção metálica, ainda foi considerado para o modelo A, ao nível dos pórticos principais inicialmente previstos com vigas delta, a possibilidade de estes serem em treliça metálica, resultando daí uma solução híbrida, com o objetivo de se poder comparar e minimizar os custos de execução.

- Modelo A1 (vigas delta) /A2 (vigas treliça)

Neste modelo A1 (vigas delta), a metodologia adotada como mostra a figura 4.7, aborda a construção pré-fabricada de betão armado com execução dos elementos de fundação “*in situ*” sapatas isoladas e lintéis de fundação, montagem dos pilares, das vigas de travamento e vigas de piso, lajes alveolares incluindo o betonagem da lâmina de compressão, lajes maciças e lajes de escada vigas de secção variável ou vigas delta, vigas de fileira, vãos de madres de betão, fornecimento e montagem de Pannel Sandwich (PIR) com 75 mm de espessura de 5 ondas, incluindo fornecimento de algeroz duplo (composto por chapa superior galvanizada, núcleo em lã de rocha e chapa inferior lacada) e revestimento interior das platibandas e a aplicação de painéis pré-fabricados em betão com 12 cm de espessura no revestimento exterior do edifício e ainda aplicação do piso industrial de betão.

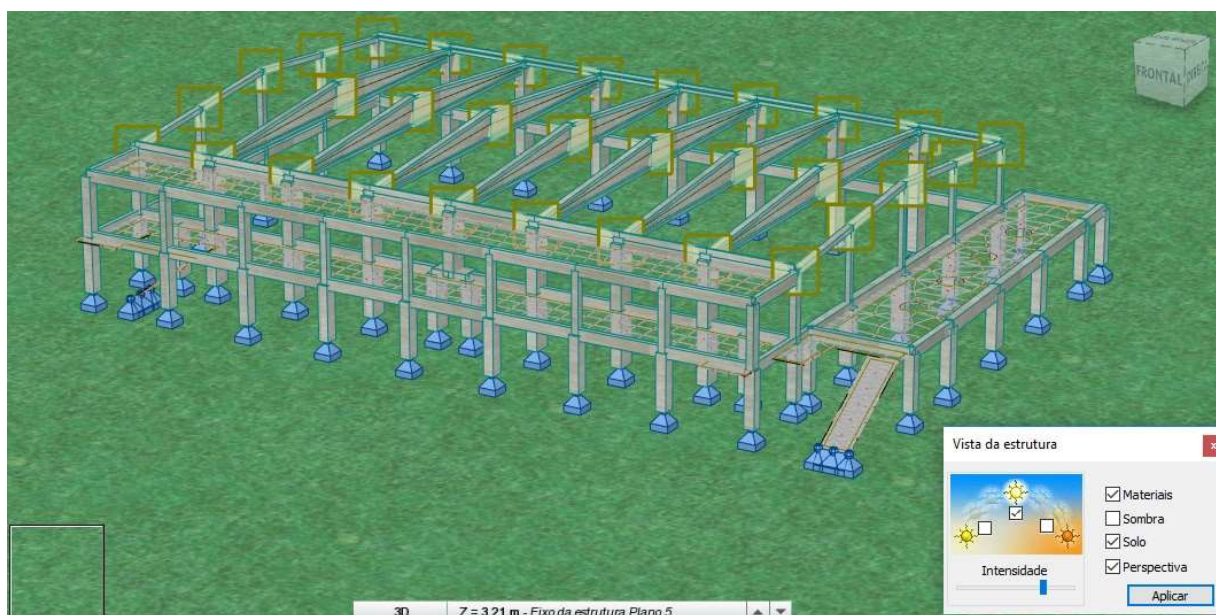


Figura 4.7 – Perspetiva do gimnodesportivo (estrutura integral de betão armado com vigas delta)

Neste modelo versão A2 (vigas treliça), com o objetivo de otimizar os custos optou-se, por substituir as vigas de secção variável por vigas treliça como podemos constatar na figura 4.8,



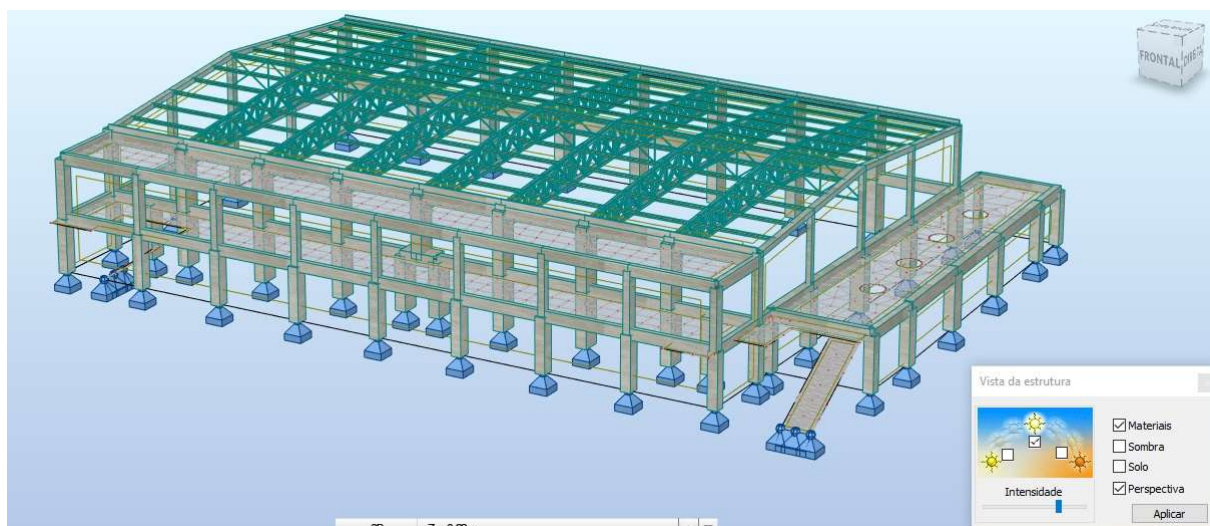


Figura 4.8 – Perspetiva do ginnodesportivo (estrutura de betão armado com treliça metálica)

as madres de betão serão substituídas por madres metálicas e o revestimento exterior em painel de betão será substituído por alvenaria de bloco térmico do tipo artebel com revestimento exterior com o sistema “ETICS” ou com isolamento XPS e revestimento em chapa perfilada tipo ERFI, incluindo reboco areado pelo interior.

Apesar desta descrição o grande objetivo deste trabalho incide na comparação estrutural, entre estes dois modelos, a análise foi feita ao nível dos pórticos principais, uma vez que estes elementos são passíveis de serem comparados.

Entre estes dois modelos A1 e A2, o escolhido foi o modelo A2 por todas as condicionantes apresentadas como se demonstra mais à frente neste trabalho.

#### – Modelo B

Neste modelo como podemos analisar na figura 4.9, a metodologia adotada aborda a construção pré-fabricada em estrutura metálica com tratamento intumescente dos elementos estruturais com uma resistência ao fogo de (R60), para uma temperatura crítica de 548,27 °C, estando contemplado a execução dos elementos de fundação em betão “*in situ*”, sapatas isoladas com colocação de chumbadouros e lintéis, montagem dos pilares, das vigas de travamento e vigas de piso, lajes colaborantes incluindo o betonagem da lâmina de compressão, lajes maciças e lajes de escada, vigas de fileira e contraventamentos, vãos de madres metálicas, fornecimento e montagem de painel sandwich FTB PC 1000 (PIR), com 75 mm de espessura com 5 ondas, incluindo fornecimento de algeroz duplo (composto por chapa superior galvanizada, núcleo em lã de rocha e chapa inferior lacada) e revestimento interior das platibandas e as paredes exteriores em alvenaria de bloco térmico do tipo Artebel, incluindo o revestimento exterior com o sistema “ETICS” ou com isolamento XPS e revestimento em chapa micro-perfilada tipo ERFI, incluindo reboco areado pelo interior e ainda aplicação do piso industrial de betão.



Figura 4.9 – Perspetiva do gimnodesportivo (estrutura metálica)

#### 4.1.4 Bancada

Na abordagem ao processo de construção da bancada foram idealizados dois modelos A e B, estes assentam na construção integral pré-fabricada de betão em vigas e degraus de bancada (modelo A) e numa solução mista utilizando apenas vigas metálicas para apoio dos degraus (modelo B), o objetivo é de se poder comparar e minimizar os custos de execução.

##### – Modelo A

Neste modelo figura 4.10, a metodologia adotada aborda a construção pré-fabricada de betão armado com execução dos elementos de fundação “*in situ*” sapatas isoladas e lintéis de fundação, montagem dos pilares, das vigas de bancada de apoio aos degraus de bancada, degraus de passagem e painéis pré-fabricados de betão nos revestimentos frontais e laterais da bancada.

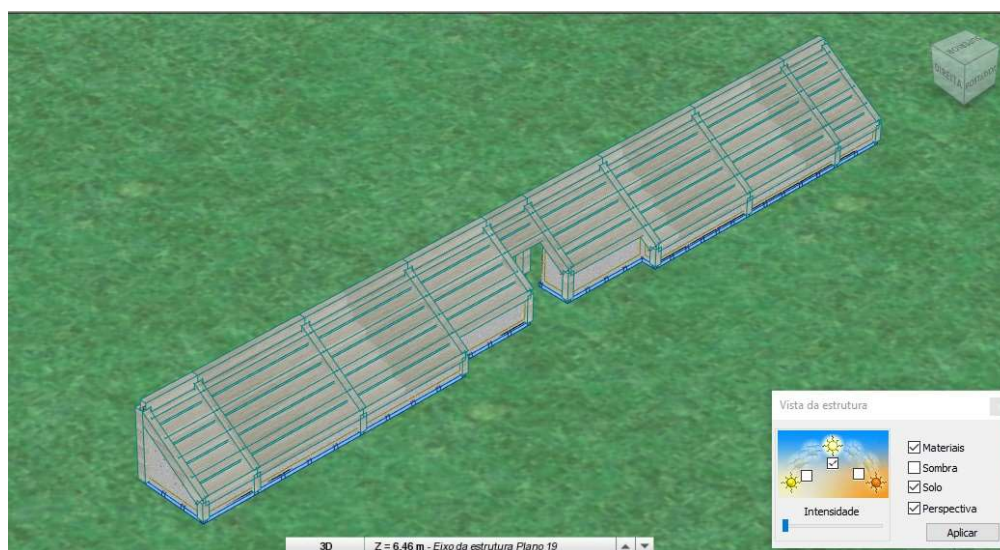


Figura 4.10 – Perspetiva da bancada (solução integral de betão armado)

## — Modelo B

Neste modelo figura 4.11, a metodologia adotada aborda a construção pré-fabricada de betão armado e aço, ou seja, solução mista, com execução dos elementos de fundação “*in situ*” sapatas isoladas e lintéis de fundação, montagem dos pilares metálicos incluindo os respetivos chumbadouros, das vigas metálicas de bancada de apoio aos degraus de bancada em betão, degraus de passagem e painéis pré-fabricados de betão nos revestimentos frontais e laterais da bancada.



a) Estrutura metálica de apoio pilares e vigas

b) Bancada híbrida (Aço-Betão)

Figura 4.11 – Perspetiva da bancada (solução mista, aço e betão)

Entre estes dois modelos A e B, o escolhido foi o modelo A por todas as condicionantes apresentadas como se demonstra mais à frente neste trabalho.

## 4.2 MODELAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

O dimensionamento e a análise estrutural, foram realizados com o auxílio do software de cálculo automático da Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2017, a modelação inicial foi feita de todo o empreendimento figura 4.12.

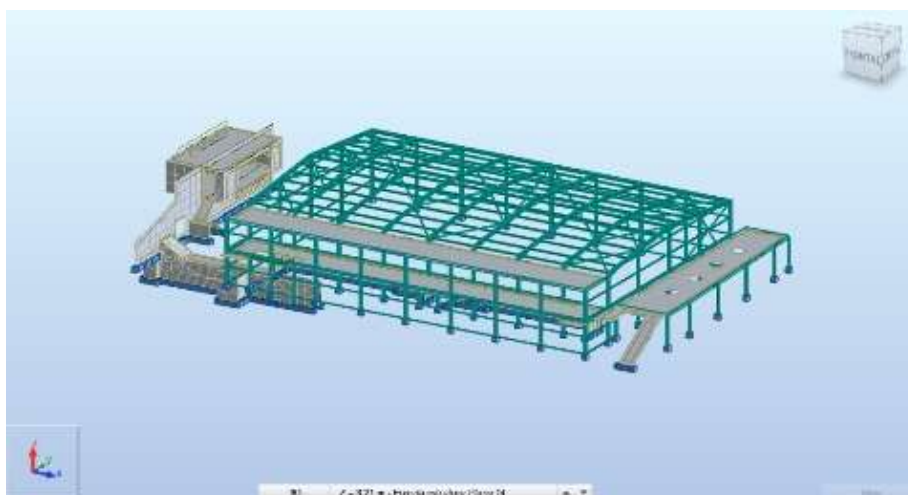


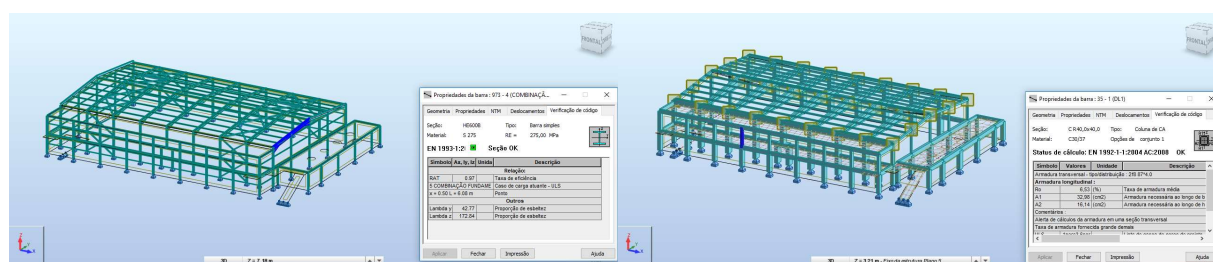
Figura 4.12 – Modelação inicial



Como o dimensionamento estrutural resulta de um processo iterativo de pré-dimensionamento para a obtenção dos esforços a que estão sujeitos os vários elementos estruturais, resultando assim as suas dimensões e a capacidade resistente aos esforços em função dos materiais a serem utilizados e das suas propriedades, que no caso de estudo passam pelo betão armado e pelo aço.

O autor após a execução do modelo apresentado na figura anterior, ainda numa fase muito embrionária do trabalho como também do conhecimento do software Robot, teve dificuldade em aplicar as cargas no mesmo, optando assim por separar o modelo em quatro estruturas distintas, o túnel, o edifício administrativo, o pavilhão gimnodesportivo e por último a bancada, permitindo assim uma melhor análise e conjugação dos vários modelos que daí resultaram.

No caso de estudo servindo de base ao processo de pré-dimensionamento, a ferramenta usada é de grande potencialidade, o método utilizado como se demonstra na figura 4.13 em função do tipo de estrutura é possível obter informação tirando partido do software Robot.



a) Barra simples (estrutura metálica)

b) Coluna de CA (estrutura de betão)

Figura 4.13 – Pré-dimensionamento do edifício gimnodesportivo

Obtendo assim as propriedades do elemento, como por exemplo a sua localização no projeto, o número dos nós, as coordenadas (X;Y;Z), o seu comprimento, o seu tipo, secção e material, os atributos adicionais, orientação planimétrica e eventuais reforços, as propriedades da secção nomeadamente as suas dimensões área e inércia, propriedades do material, módulos de elasticidade longitudinal e transversal, peso específico, coeficiente de Poisson, tensão de cedência, os deslocamentos ao longo da barra para as diferentes combinações utilizadas (ELS) e (ELU) e casos de carga simples, o número máximo de flechas e sua localização ao longo da barra, os esforços ao longo da barra como se pode verificar nos diagramas apresentados na figura 4.14, diagrama dos momentos em y, figura 4.15, diagrama de esforço transversal e na figura 4.16, diagrama de esforço axial, estes foram extraídos do software robot e apresentam um exemplo dos resultados obtidos.



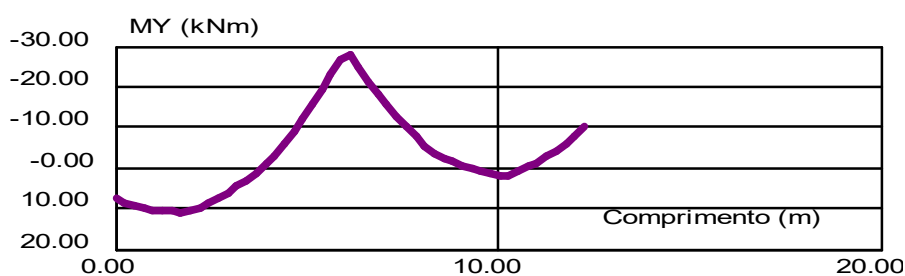


Figura 4.14 – Diagrama dos momentos em y

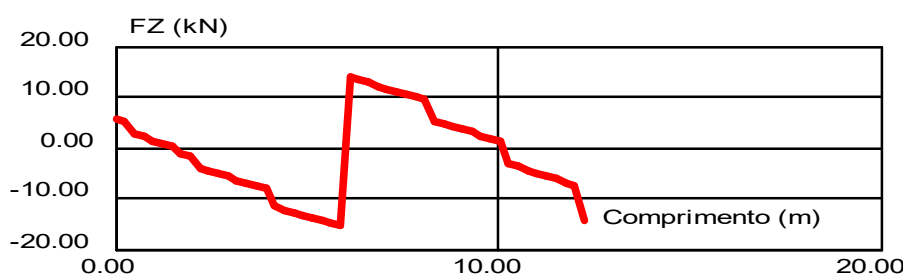


Figura 4.15 – Diagrama de esforço transversal

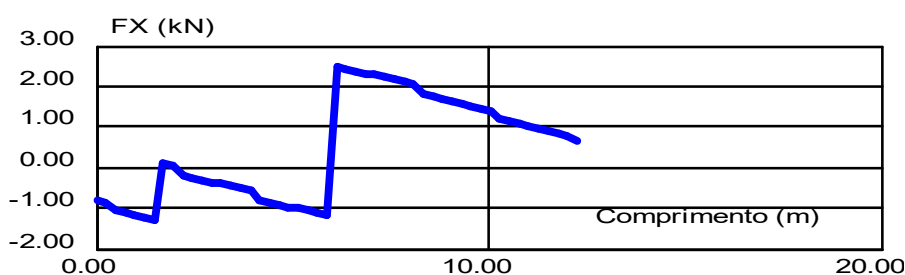


Figura 4.16 – Diagrama de esforço axial

Com esta ferramenta pode-se também obter a verificação de código do possível elemento de acordo com EN 1993-1:2005/A1:2014, no caso da alínea a) da figura 4.13, projeto de estrutura metálica, a taxa de eficiência entre outros como por exemplo a proporção esbelteza em (y, z).

No caso da alínea b) da figura 4.13, projeto de estrutura de betão, é praticamente em tudo semelhante à anterior, com a exceção da verificação de código que passa a ser de acordo com EN 1992-1-1:2004, e dos parâmetros dos cálculos de códigos, o tipo de distribuição da armadura transversal a armadura longitudinal a taxa de armadura média, a secção quadrada da armadura necessária ao longo das direções (b e h) e ainda possíveis comentários de alerta relacionados com os resultados obtidos.

Nos subcapítulos seguintes apresentam de forma sintetizada as notas de cálculo extraídas do software, os elementos modelados com a escala das deformações máximas para a Combinação Quase Permanente (CQP) das ações para o Estado Limite de Serviço (ELS) para os vários elementos estruturais, além disso estão apresentadas tabelas, das combinações usadas para os vários casos de carga, os valores extremos globais dos deslocamentos nodais e ainda as características físicas e geométricas dos elementos

estruturais, sendo possível assim obter o valor da densidade de armadura (kg de aço por m<sup>3</sup> de betão), e os consumos de betão inerentes a cada modelo, servindo de base à valorização, encontrando assim ao preço de custo de cada estrutura de betão armado. No caso da construção metálica os consumos são extraídos diretamente do software, obtendo-se o peso global das estruturas metálicas.

#### 4.2.1 Modelação do túnel, dimensionamento e quantificação de consumos

Casos de carga:

Caso 1 : DL1 (Peso Próprio)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 2 : RCP (Restantes Cargas Permanentes)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 3 : SC (Sobrecarga)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 4 : I solo (Impulso do Solo)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 5 : CQP-SLS (ELS)

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 6 : CFA\_ SOBRECARGA\_ULS (ELU)

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 7 : CFA\_IMPULSO SOLO\_ULS (ELU)

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 8 : Modal

Tipo de análise: Modal

Dados:

Modo de análise : Modal

Método : Iteração de subespaço

Tipo de matrizes de massa : Fragmentado sem rotações

Número de modos : 10

#### CAPÍTULO 4

Número de iterações : 40  
Tolerância : 1.00000e-04  
Amortecimento : 0.050  
Limites : 0.000  
Coeficiente : 90.000

Caso 9 : Sísmico EC 8 Direção X

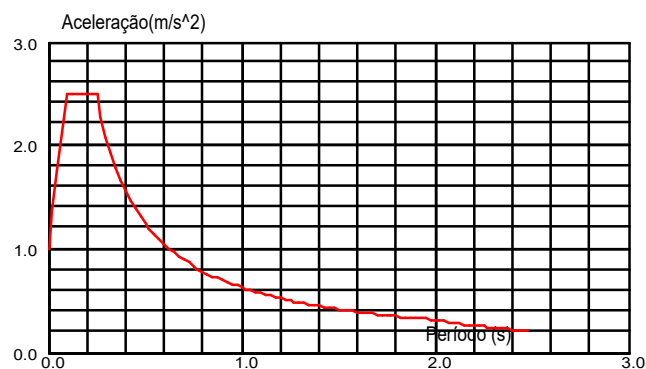
Tipo de análise: Sísmico - EC8

Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 0.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico  
Direção : Horizontal  
Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$

Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$

Correção do amortecimento :  $\eta = [10/(5+\xi)]^{0.5} = 1.000$

S = 1.000     $\beta = 0.200$      $T_B = 0.100$      $T_C = 0.250$      $T_D = 2.000$

Caso 10 : Sísmico EC 8 Direção Y

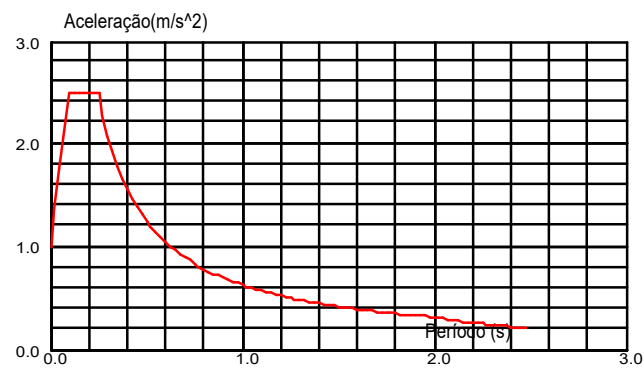
Tipo de análise: Sísmico - EC8

Direção da excitação:

X = 0.000

Y = 1.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$

Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$

Correção do amortecimento :  $\eta = [10/(5+\xi)]^{0.5} = 1.000$

S = 1.000  $\beta = 0.200$   $T_B = 0.100$   $T_C = 0.250$   $T_D = 2.000$

Caso 11 :  $1 \cdot X + 0.3 \cdot Y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 12 :  $1 \cdot X - 0.3 \cdot Y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 13 :  $0.3 \cdot X + 1 \cdot Y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 14 :  $0.3 \cdot X - 1 \cdot Y$

Tipo de análise: Combinação linear

Para melhor percepção, na tabela 4.1 estão especificados os diversos coeficientes utilizados e as combinações do cálculo estrutural aplicadas na modelação do túnel.

Tabela 4.1 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (túnel)

Combinações	Nome	Tipo de análise	Tipo de combinação	Natureza do caso	Definição
5 (C)	CQP-SLS	Combinação linear	SLS	Estrutural	$(1+2)*1,00+3*0,60$
6 (C)	CFA-SC-ULS	Combinação linear	ULS	Estrutural	$(1+2)*1,35+3*1,5$
7 (C)	CFA-IS-ULS	Combinação linear	ULS	Estrutural	$4*1,35$
11 (C) (CQC)	$1*X + 0,3*Y$	Combinação linear	ULS	Estrutural	$9*1,00+10*0,30$
12 (C) (CQC)	$1*X - 0,3*Y$	Combinação linear	ULS	Estrutural	$9*1,00+10*(-0,30)$
13 (C) (CQC)	$0,3*X + 1*Y$	Combinação linear	ULS	Estrutural	$9*0,30+10*1,00$
14 (C) (CQC)	$0,3*X - 1*Y$	Combinação linear	ULS	Estrutural	$9*0,30+10*(-1,00)$

A figura 4.17, apresenta a modelação do túnel com a escala dos deslocamentos para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).

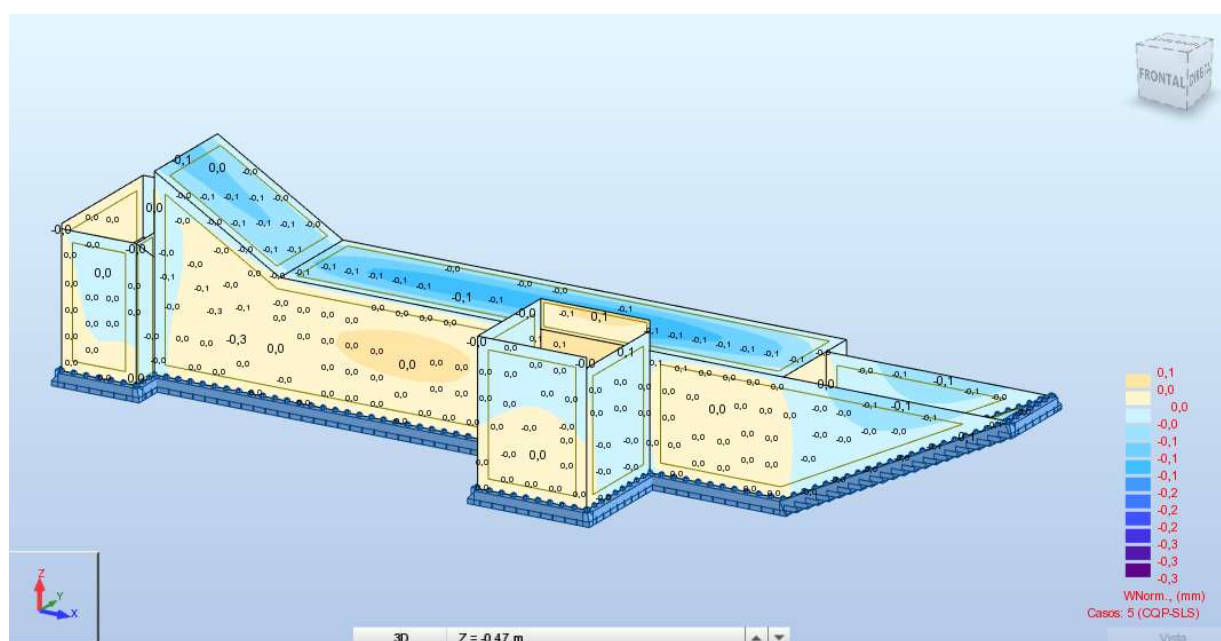


Figura 4.17 – Modelação do túnel

Na tabela 4.2, estão apresentados os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.2 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	0,1	0,3	0,1	0,000	0,000	0,000
Nó	739	1991	1014	2865	542	1996
Caso	7 (C)	7 (C)	7 (C)	7 (C)	6 (C)	5 (C)
Modo						
MÍN	-0,3	-0,3	-0,4	-0,000	-0,001	-0,000
Nó	546	1357	545	1688	517	546
Caso	6 (C)	7 (C)	6 (C)	7 (C)	6 (C)	6 (C)
Modo						

Na tabela 4.3, estão apresentadas as características dos elementos estruturais, fundações, paredes, lajes e lajes de escada, destes parâmetros o que irá servir de base à valorização será a densidade de armadura, em conjunto com a quantidade de betão a aplicar.

Tabela 4.3 – Características dos elementos estruturais

Elementos estruturais	Fundações	Paredes	Lajes	Laje de escada
Densidade de armadura (kg/m <sup>3</sup> )	56,69	36,94	54,37	58,20
Tipo de aço	A500NR	A500NR	A500NR	A500NR
Tipo de Betão	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
Classe de exposição	XC1	XC1	XC1	XC1

O consumo de betão para a execução do túnel está descrito na tabela 4.4 características geométricas e físicas dos elementos estruturais.

Tabela 4.4 – Características geométricas e físicas dos elementos estruturais

Tipo	Número	Espessura (cm)	Peso unitário (kg/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Peso total (kg)
C 30/37						
TH15_BET	4	15,0	375,20	16,88	2,53	6333
TH25_BET	14	25,0	625,34	140,73	35,18	88007
Total:				157,61	37,72	94340
FUNDAÇÕES						
C 30/37					29,94	

A figura 4.18, apresenta as dimensões da fundação, sendo esta continua, os dados apresentados serão importantíssimos para poder chegar ao preço composto do m3 de betão.

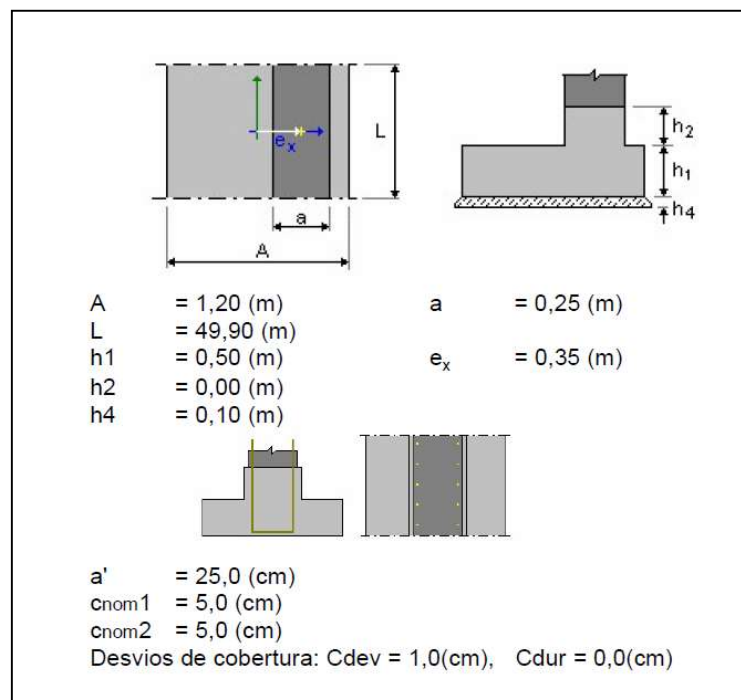


Figura 4.18 – Características geométricas da fundação

#### 4.2.2 Modelação do edifício administrativo, dimensionamento e quantificação de consumos

Casos de carga:

Caso 1 : DL1 (Peso próprio)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 2 : RCP (Restantes cargas permanentes)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 3 : SC (sobrecarga)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 4 : NE1 (neve)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 5 : CQP-ELS (combinação quase permanente)

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 6 : Modal

Tipo de análise: Modal

Dados:

Modo de análise	:	Modal
Método	:	Iteração de subespaço
Tipo de matrizes de massa	:	Fragmentado sem rotações
Número de modos	:	10
Número de iterações	:	40
Tolerância	:	1.00000e-04
Amortecimento	:	0.050
Limites	:	0.000
Coeficiente	:	90.000
Caso 7	:	Espectral

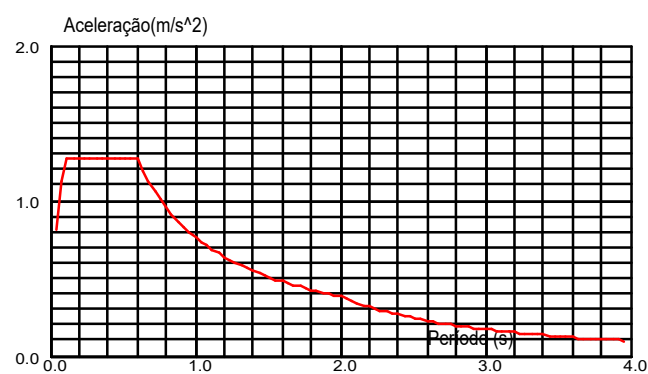
Tipo de análise: Espectral

Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 1.000

Z = 1.000



Caso 8 : Simulação do vento X+ 27 m/s

Tipo de análise: Estático - Linear

Dados:

Velocidade do vento : 27.00 (m/s)



#### CAPÍTULO 4

Nível do terreno : 185.00 (m)

Perfil do vento : Constante

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Manual

A soma das principais forças : 0.000 (kN)

Soma das forças perpendiculares : 0.000 (kN)

A soma das forças verticais : 0.000 (kN) :

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Caso 9 : Simulação do vento Y+ 27 m/s

Tipo de análise: Estático - Linear

Dados:

Velocidade do vento : 27.00 (m/s)

Nível do terreno : 185.00 (m)

Perfil do vento : Constante

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Manual

A soma das principais forças : 0.000 (kN)

Soma das forças perpendiculares : 0.000 (kN)

A soma das forças verticais : 0.000 (kN) :

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Caso 10 : Simulação do vento X- 27 m/s

Tipo de análise: Estático - Linear

Dados:

Velocidade do vento : 27.00 (m/s)

Nível do terreno : 185.00 (m)

Perfil do vento : Constante

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Manual

A soma das principais forças : 0.000 (kN)

Soma das forças perpendiculares : 0.000 (kN)

A soma das forças verticais : 0.000 (kN) :

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Caso 11 : Simulação do vento Y- 27 m/s

Tipo de análise: Estático - Linear

Dados:

Velocidade do vento : 27.00 (m/s)

Nível do terreno : 185.00 (m)

Perfil do vento : Constante

Elementos expostos : Toda a estrutura

Aberturas : Fechado para o fluxo do vento

Critério de interrupção : Manual

A soma das principais forças : 0.000 (kN)

Soma das forças perpendiculares : 0.000 (kN)

A soma das forças verticais : 0.000 (kN) :

A soma das forças podem diferir devido a simplificação do modelo (as forças no painel/calçadas com revestimento e da barra lateral superior/inferior são ignoradas)

Caso 12 : CFA ELU-SC-Vento x+

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 13 : CFA ELU-SC-Vento y+

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 14 : CFA ELU-SC-Vento x-

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 15 : CFA ELU-SC-Vento y-

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 16 : CFA ELU-SC-Neve

Tipo de análise: Combinação linear

Na tabela 4.5 estão especificados os diversos coeficientes utilizados e as combinações do cálculo estrutural aplicadas na modelação do edifício administrativo.

Tabela 4.5 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (edifício administrativo)

Combinações	Nome	Tipo de análise	Tipo de combinação	Natureza do caso	Definição
5 (C)	CQP-SLS-ELS	Combinação linear	SLS	Estrutural	$(1+2) * 1,00 + 3 * 0,60$
12 (C)	CFA ELU-SC-Vento 0	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) * 1,35 + 3 * 1,5$
13 (C)	CFA ELU-SC-Vento 90	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) * 1,35 + 3 * 1,5$
14 (C)	CFA ELU-SC-Vento 180	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) * 1,35 + 3 * 1,5$
15 (C)	CFA ELU-SC-Vento 270	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) * 1,35 + 3 * 1,5$
16 (C)	CFA ELU-SC-Neve	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) * 1,35 + 3 * 1,5 + 4 * 0,75$

Na figura 4.19, está apresentada a modelação do edifício administrativo com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).

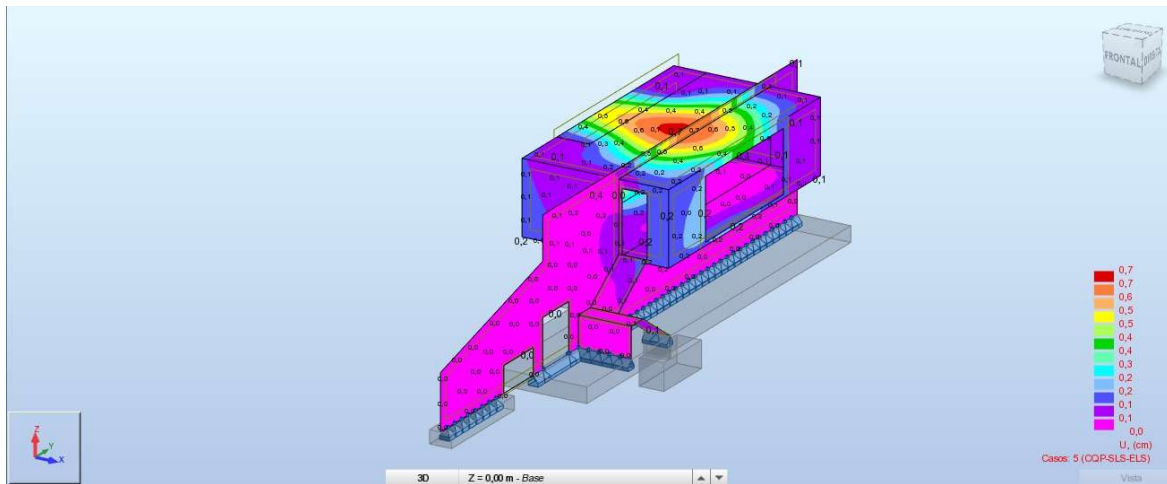


Figura 4.19 – Modelação do edifício administrativo

Para melhor percepção, a tabela 4.6, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.6 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	3,3	0,8	0,4	0,005	0,012	0,001
Nó	1943	478	1299	136	1809	365
Caso	7	7	7	7	7	16 (C)
Modo	CQC	CQC	CQC	CQC	CQC	
MÍN	-3,3	-0,5	-0,9	-0,005	-0,012	-0,006
Nó	1837	331	798	41	292	1845
Caso	7	7	16 (C)	7	7	7
Modo	CQC	CQC		CQC	CQC	CQC

Na tabela 4.7, estão apresentadas as características dos materiais previstos e a classe de exposição ambiental.

Tabela 4.7 – Materiais e classe de exposição

Materiais/Caraterísticas	
Tipo de Aço	A500NR
Tipo de Betão	C30/37
Classe de exposição	XC3

Na tabela 4.8, estão apresentados os tipos de elementos estruturais, as dimensões como a sua área, volume de betão e densidade de armadura para os diferentes elementos, lajes de escada, paredes, lajes de piso e cobertura, pilares e fundações, os valores apresentados servirão de base à valorização da estrutura.

Tabela 4.8 – Características dos elementos estruturais

Tipo	Elemento Estrutural	Dimensão (m) C x L x H	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
TH15_BET	Laje escada	0,15	2,19	0,33	105,23
TH15_BET	Laje escada	0,15	3,43	0,51	232,91
TH15_BET	Laje escada	0,15	2,80	0,42	98,23
TH20_BET	Parede	0,20	3,33	0,67	72,29
TH20_BET	Parede	0,20	21,93	7,72	157,45
TH20_BET	Parede	0,20	18,91	4,42	381,92
TH20_BET	Parede	0,20	22,08	4,42	91,96
TH20_BET	Parede	0,20	9,37	7,72	71,58
TH20_BET	Parede	0,20	8,94	1,79	94,35
TH20_BET	Parede	0,20	4,95	0,99	136,61
TH25_BET	Laje Cobertura	0,25	78,27	19,57	695,42
TH25_BET	Laje Piso	0,25	78,27	19,57	597,89
TH30_BET	Parede	0,30	109,61	46,57	260,83
CR 40x80	Pilar	0,40 x 0,80	6,30	0,84	40,34
CR 40x125	Pilar	0,40 x 1,25	8,66	1,31	55,37
Sap. 53...52	Sapata continua	4,40 x 2,41 X 0,65	8,85	6,89	55,17
Sap. 82	Sapata isolada	4,00 x 2,00 x 0,60	7,20	4,80	68,20
Sap. 84	Sapata isolada	4,70 x 1,50 x 0,60	7,44	4,23	83,83
Sap. 136...131	Sapata continua	2,90 x 1,13 x 1,20	12,33	4,16	43,33
Sap. 292...559	Sapata continua	4,85 x 1,00 x 0,60	7,02	2,91	59,60
Sap. 907...1809	Sapata continua	20,35 x 4,90 x 0,70	35,35	69,80	80,15

#### 4.2.3 Modelação do gimnodesportivo, dimensionamento e quantificação de consumos

- Modelo A1 (estrutura de betão- vigas delta)

Casos de carga:

Caso 1 : DL1 (peso próprio)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 2 : RCP (restantes cargas permanentes)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 3 : SC (sobrecarga)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 4 : Combinação quase permanente-SLS

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 5 : Combinação fundamental-ULS-SC

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 6 : Vento

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 7 : Combinação fundamental-ULS-Vento

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 8 : Modal

Tipo de análise: Modal

Dados:

Modo de análise : Modal

Método : Iteração de subespaço

Tipo de matrizes de massa : Fragmentado sem rotações

Número de modos : 10

Número de iterações : 40

Tolerância : 1.00000e-04

Amortecimento : 0.050

Limites : 0.000

Coeficiente : 90.000

Caso 9 : Sísmico EC 8 Direção X

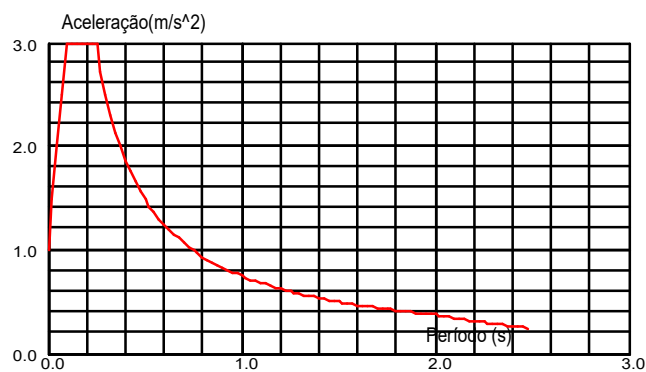
Tipo de análise: Sísmico - EC8

Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 0.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico  
 Direção : Horizontal  
 Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$

Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$

Correção do amortecimento :  $\eta = [7/(2+\xi)]^{0.5} = 1.000$

$S = 1.000$     $\beta = 0.200$     $T_B = 0.100$     $T_C = 0.250$     $T_D = 2.000$

Caso 10 : Sísmico EC 8 Direção Y

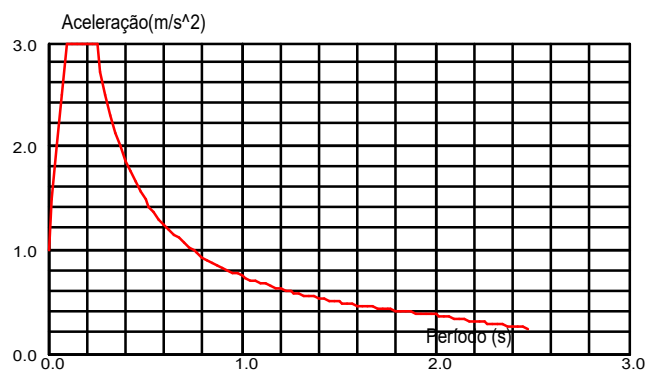
Tipo de análise: Sísmico - EC8

Direção da excitação:

X = 0.000

Y = 1.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico  
 Direção : Horizontal  
 Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$   
 Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$   
 Correção do amortecimento :  $\eta = [7/(2+\xi)]^{0,5} = 1.000$   
 $S = 1.000 \quad \beta = 0.200 \quad T_B = 0.100 \quad T_C = 0.250 \quad T_D = 2.000$

Caso 11 :  $\text{sismo1} \cdot x + 0,3 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 12 :  $\text{sismo1} \cdot x - 0,3 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 13 :  $\text{sismo0},3 \cdot x + 1 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 14 :  $\text{sismo } 0,3 \cdot x - 1 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Para melhor percepção, na tabela 4.9 estão especificados os diversos coeficientes utilizados e as combinações do cálculo estrutural aplicadas na modelação do gimnodesportivo.

Tabela 4.9 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (Gimnodesportivo)

Combinações	Nome	Tipo de análise	Tipo de combinação	Natureza do caso	Definição
4 (C)	CQP-SLS	Combinação linear	SLS	Categoria C	$(1+2) \cdot 1,00 + 3 \cdot 0,60$
5 (C)	CFA-SC-ULS	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5$
7 (C)	CFA-WIND-ULS	Combinação linear	ULS	Vento	$(1+2) \cdot 1,00 + 6 \cdot 1,5$
11 (C) (CQC)	$1 \cdot X + 0,3 \cdot Y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$9 \cdot 1,00 + 10 \cdot 0,30$
12 (C) (CQC)	$1 \cdot X - 0,3 \cdot Y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$9 \cdot 1,00 + 10 \cdot (-0,30)$
13 (C) (CQC)	$0,3 \cdot X + 1 \cdot Y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$9 \cdot 0,30 + 10 \cdot 1,00$
14 (C) (CQC)	$0,3 \cdot X - 1 \cdot Y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$9 \cdot 0,30 + 10 \cdot (-1,00)$

Na figura 4.20, está apresentada a modelação do edifício gimnodesportivo para o modelo A1 (vigas delta), com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).



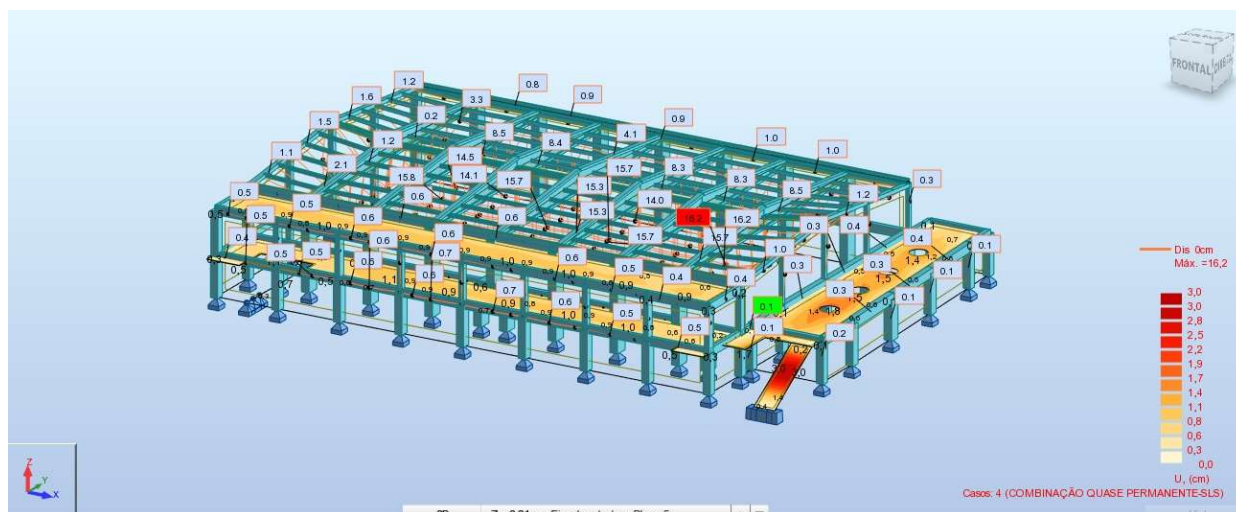


Figura 4.20 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão integral)

Para melhor perceção, a tabela 4.10, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.10 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	14,0	8,3	2,0	0,030	0,025	0,018
Nó	7105	49	202	7131	7062	6901
Caso	12 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	5 (C)	5 (C)	12 (C) (CQC)
Modo						
MÍN	-2,9	-7,9	-21,3	-0,030	-0,028	-0,017
Nó	14	37	79	151	7083	7121
Caso	5 (C)	14 (C) (CQC)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	12 (C) (CQC)
Modo						

Como se pode observar na figura 4.21 a deformação máxima para (CQP), ultrapassa o valor de  $L/250$ , não verificando assim a deformação ou seja:

- $24,49\text{m}/250 < 0,157\text{m}$  não verifica!

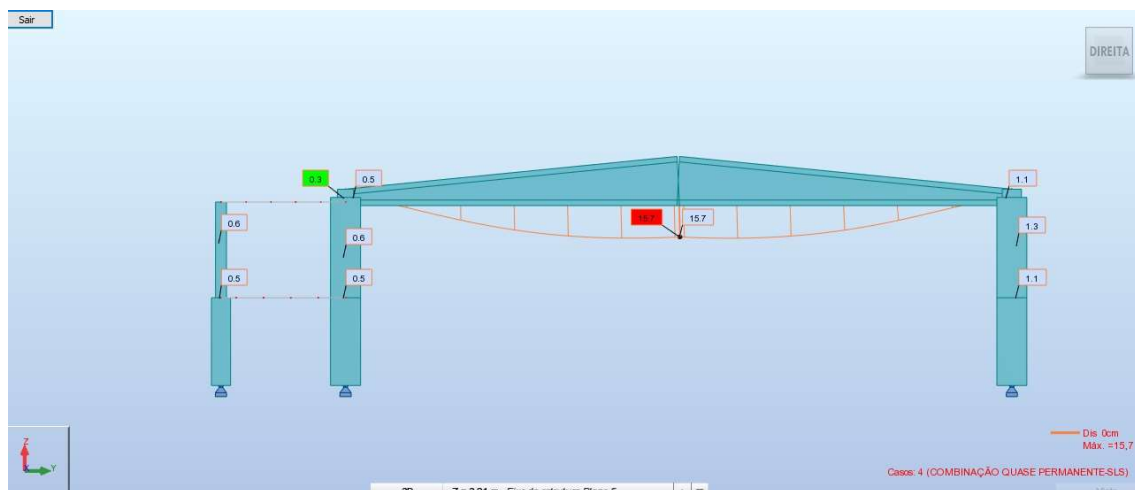
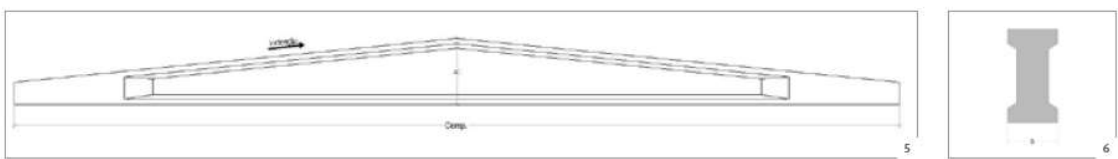


Figura 4.21 – Deformação máxima de pórtico com viga delta

O facto de não verificar deve-se à modelação, visto que a forma possível de representar geometricamente a viga delta no software Robot, passa por fazer dois elementos de secção variável e interligados a meio vão, o que na prática, se a opção a tomar, for este tipo de viga, elas forçosamente terão que ser seccionadas a meio vão, porque é de todo impossível transporta-las inteiras, devido as condicionantes de acessibilidade ao local da obra, posteriormente terão que ser pós-esforçadas em obra.

Nas vigas de betão pré-esforçada ou pós-esforçada as deformações serão residuais, esta questão de não verificar, estará salvaguardada.

A figura 4.22 apresenta o modelo de viga retirado do catálogo Mota-Engil pré-fabricados, que poderá eventualmente ser aplicada em obra mediante as condicionantes já abordadas.



Secção	Comprimento* (m)	Inclinação (%)	Largura "b" (m)	Altura "h" (m)	Carga** kN/m
D 10/20-10	10 a 20	10	0,35	1,05 / 1,40	12
D 20/30-06	20 a 30	6	0,40	1,20 / 1,50	12
D 20/30-10	20 a 30	10	0,40	1,50 / 2,00	10
D 30/40-10	30 a 40	10	0,62	2,10 / 2,60	12
D 40/50-10	40 a 50	10	0,62	2,60 / 3,10	10

\* Consultar Dep. Técnico da Mota-Engil Prefabricados  
 \*\* Carga não majorada

Figura 4.22 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão integral)

Fonte: (catálogo Mota-Engil pré-fabricados)

– Modelo A2 (estrutura de betão e metálica- vigas treliça)

Este modelo mantém todas as características do anterior em termos de modelação nomeadamente a nota de calculo e combinações.

Na figura 4.23, está apresentada a modelação do edifício gimnodesportivo para o modelo A2 (Vigas Treliça), com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS). Como se pode observar nos valores apresentados bastante exagerados, mas devem-se a instabilidade local nas madres.

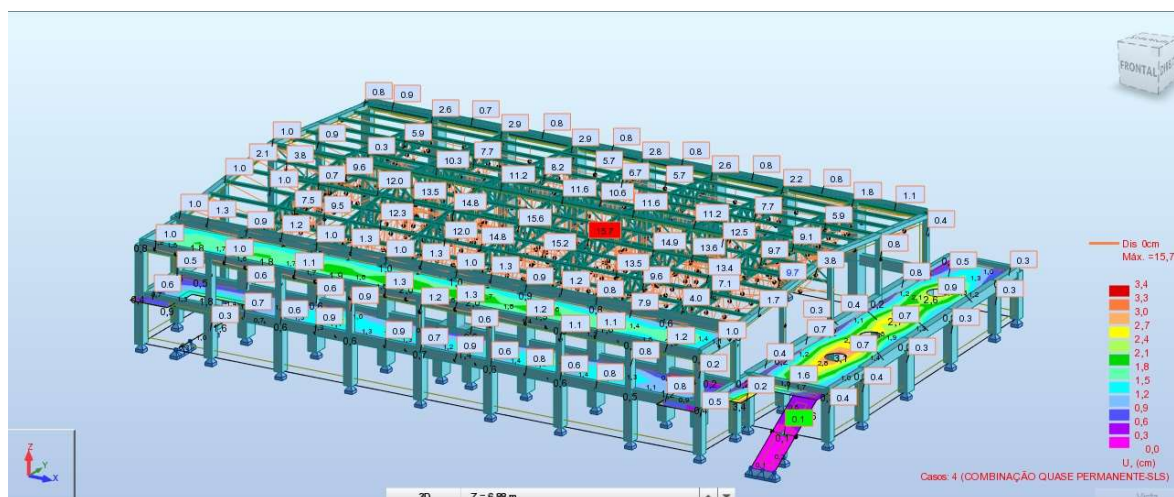


Figura 4.23 – Modelação do edifício gimnodesportivo (solução de betão e viga treliça)

Para melhor perceção, a tabela 4.11, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.11 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	19,6	51,0	1,8	0,292	0,034	0,155
Nó	173	151	8922	151	5	151
Caso	12 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)	13 (C) (CQC)	12 (C) (CQC)	14 (C) (CQC)
Modo						
MÍN	-3,1	-49,3	-20,7	-0,283	-0,029	-0,165
Nó	8913	151	9007	151	9014	151
Caso	10	14 (C) (CQC)	5 (C)	14 (C) (CQC)	5 (C)	13 (C) (CQC)
Modo	CQC					

Como se pode observar na figura 4.24 a deformação máxima para (CQP), não ultrapassa o valor de  $L/250$ , verificando assim a deformação ou seja:

- $24,49\text{m}/250 \geq 0,098 \text{ m}$ , verifica!

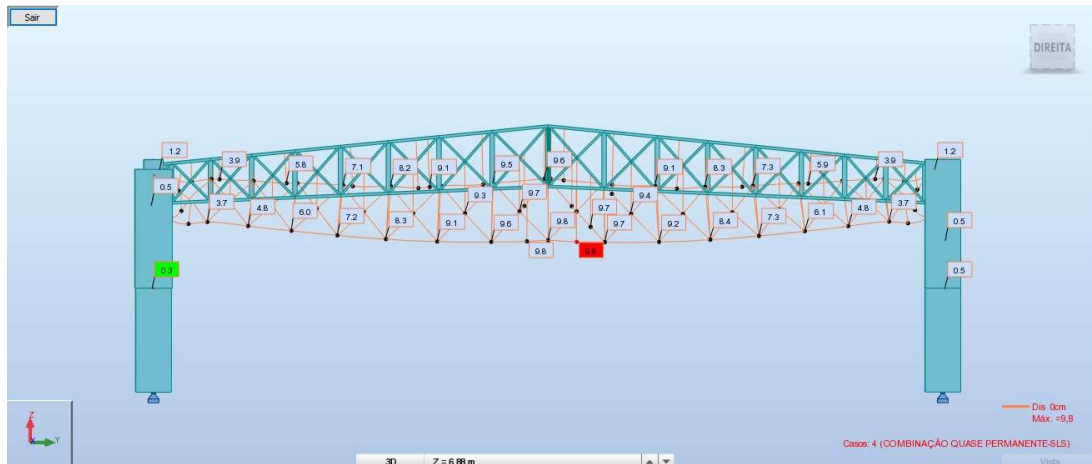


Figura 4.24 – Deformação máxima de pórtico com viga treliça

- Modelo B (estrutura metálica)

Este modelo mantém todas as características do anterior em termos de modelação nomeadamente a nota de calculo e combinações, com a exceção dos parâmetros do espectro de resposta elástico nomeadamente o amortecimento que passa de 5% para 2% uma vez que se trata de estrutura metálica e a correção do amortecimento que toma o valor de 1,195, como já foi abordado neste trabalho aquando da definição das ações.

Na figura 4.25, está apresentada a modelação do edifício ginodesportivo para o modelo B (estrutura metálica), com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).

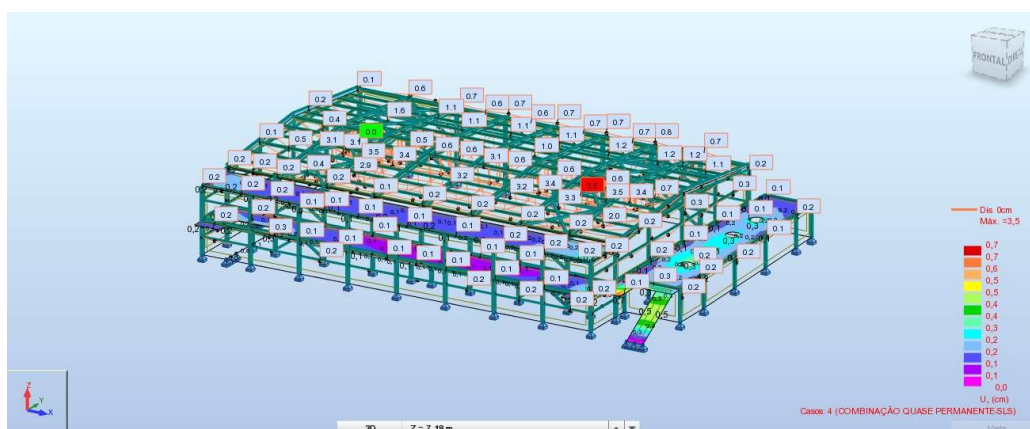


Figura 4.25 – Modelação do edifício ginodesportivo (solução metálica)

A tabela 4.12, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.12 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (cm)	UY (cm)	UZ (cm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	0,8	1,9	4,6	0,007	0,011	0,004
Nó	7531	480	582	212	7521	1
Caso	12 (C) (CQC)	5 (c)	6	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MÍN	-1,5	-1,3	-5,6	-0,006	-0,011	-0,004
Nó	74	443	596	7577	7406	94
Caso	7 (C)	6	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

Na tabela 4.13, quantidades e tipos de elementos estruturais, as dimensões, o seu peso, a área de pintura dos diferentes elementos, pilares vigas e madres, estes valores apresentados servirão de base à valorização da estrutura.

Tabela 4.13 – Quantidades de material (estrutura metálica)

Tipo	Número	Comprimento (m)	Peso unitário (kg/m)	Peso da barra (kg)	Peso total (kg)	Área de pintura (m2)
HE500B	14	171,64	187,40	32165,07	32165	364,67
HE600B	2	24,52	211,99	5198,08	5198	56,95
HE800B	2	24,52	262,42	6434,61	6435	66,54
HEA 300	42	149,00	88,37	13166,42	13167	255,78
HEB 240	17	72,66	83,23	5883,86	6047	100,56
HEB 300	7	50,26	117,07	827,34	5884	87,03
IPE 500	2	9,12	90,72	827,34	827	15,90
IPE 300	39	196,95	42,26	8322,65	8323	228,47
TCAR 180	16	100,03	19,06	1906,98	1907	68,59
TCAR 200	18	138,57	67,37	9335,39	9335	104,43
TCAR 250	2	10,33	86,22	890,61	891	9,84
UAP 200	195	1017,96	25,11	25562,48	25562	686,24
UAP 250	4	20,46	34,40	703,77	704	16,58
Reforço					6826	81,46
Total					123271	2143,04

#### 4.2.4 Modelação da bancada, dimensionamento e quantificação de consumos

– Modelo A (estrutura de betão)

Casos de carga:

Caso 1 : DL1 (peso próprio)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 2 : RCP (restantes cargas permanentes)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 3 : SC (sobrecarga)

Tipo de análise: Estático - Linear

Caso 4 : Combinação quase permanente-SLS

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 5 : Combinação fundamental-ULS

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 6 : Modal

Tipo de análise: Modal

Dados:

Modo de análise : Modal

Método : Iteração de subespaço

Tipo de matrizes de massa : Fragmentado sem rotações

Número de modos : 10

Número de iterações : 40

Tolerância : 1.00000e-04

Amortecimento : 0.050

Limites : 0.000

Coeficiente : 90.000

Caso 7 : Sísmico EC 8 Direção X

Tipo de análise: Sísmico - EC8

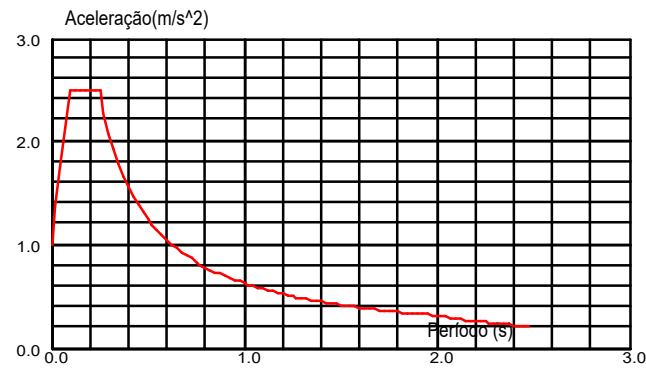
Caso auxiliar

Direção da excitação:

X = 1.000

Y = 0.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$

Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$

Correção do amortecimento :  $\eta = [10/(5+\xi)]^{0.5} = 1.000$

$S = 1.000$   $\beta = 0.200$   $T_B = 0.100$   $T_C = 0.250$   $T_D = 2.000$

Caso 8 : Sísmico EC 8 Direção Y

Tipo de análise: Sísmico - EC8

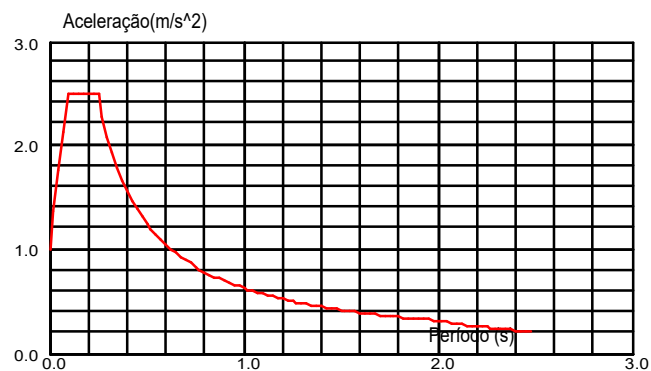
Caso auxiliar

Direção da excitação:

X = 0.000

Y = 1.000

Z = 0.000



Dados:

Espectro : Elástico

Direção : Horizontal

Fator de comportamento : 1.000

Parâmetros do espectro:

Aceleração :  $a_g = 1.000$

Amortecimento :  $\xi = 5.00 \%$

Correção do amortecimento :  $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5} = 1.000$

$S = 1.000$      $\beta = 0.200$      $T_B = 0.100$      $T_C = 0.250$      $T_D = 2.000$

Caso 9 : Sismo  $1 \cdot x + 0,3 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 10 : Sismo  $1 \cdot x + (-0,3) \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 11 : Sismo  $0,3 \cdot x + 1 \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Caso 12 : Sismo  $0,3 \cdot x + (-1) \cdot y$

Tipo de análise: Combinação linear

Na tabela 4.14 estão especificados os diversos coeficientes utilizados e as combinações do cálculo estrutural aplicadas na modelação da bancada.

Tabela 4.14 – Combinações utilizadas no cálculo estrutural (Bancada)

Combinações	Nome	Tipo de análise	Tipo de combinação	Natureza do caso	Definição
4 (C)	CQP-ELS-SLS	Combinação linear	SLS	Categoria C	$(1+2) \cdot 1,00 + 3 \cdot 0,60$
5 (C)	CFA-ELU-ULS-SC	Combinação linear	ULS	Categoria C	$(1+2) \cdot 1,35 + 3 \cdot 1,5$
9 (C) (CQC)	Sism $1 \cdot x + 0,3 \cdot y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$7 \cdot 1,00 + 8 \cdot 0,3$
10 (C) (CQC)	Sism $1 \cdot x + (-0,3) \cdot y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$7 \cdot 1,00 + 8 \cdot (-0,3)$
11 (C) (CQC)	Sism $0,3 \cdot x + 1 \cdot y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$7 \cdot 0,3 + 8 \cdot 1,00$
12 (C) (CQC)	Sism $0,3 \cdot x + (-1) \cdot y$	Combinação linear	ULS	Sísmico	$7 \cdot 0,3 + 8 \cdot (-1,00)$

Na figura 4.26, está apresentada a modelação da bancada com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).



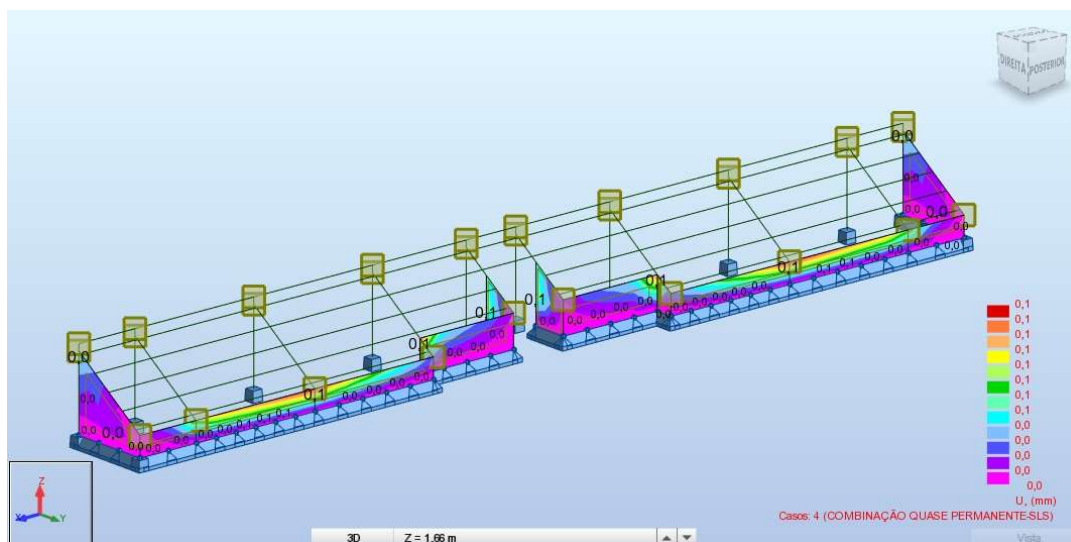


Figura 4.26 – Modelação da bancada (solução de betão armado)

Na tabela 4.15, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente.

Tabela 4.15 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	0,1	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000
Nó	187	42	3973	6925	19	41
Caso	5 (C)	3	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MÍN	-0,1	-0,3	-0,3	-0,000	-0,000	-0,000
Nó	179	47	27	8	38	36
Caso	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

Na tabela 4.16, estão apresentadas as características dos materiais previstos e a classe de exposição ambiental, nos elementos estruturais passíveis de comparação.

Tabela 4.16 – Materiais e densidade de armadura nos elementos a comparar

Elementos estruturais	Pilares	Vigas
Densidade de armadura (kg/m <sup>3</sup> )	89,92	155,67
Tipos de Aço Armaduras	A500NR	A500NR
Tipo de Betão	C30/37	C30/37
Classe de exposição	XC3	XC3

Na tabela 4.17, estão apresentados os tipos de elementos estruturais, as dimensões, como a sua área, volume de betão e densidade de armadura para as diferentes peças passíveis de serem comparadas, pelo que os degraus de bancada e as fundações não foram considerados para o efeito, uma vez serem iguais nos dois modelos.

Tabela 4.17 – Quantidades de material, densidade de armadura (estrutura de betão-bancada)

Tipo	Elemento Estrutural	Número	Dimensão (m) C x L x H	Área cofragem (m <sup>2</sup> )	Volume Betão (m <sup>3</sup> )	Densidade armadura (kg/m <sup>3</sup> )
TH30_BET	Parede	10	0,30	49,02	14,71	105,23
B 30 x 50	Viga	9	35,86 x 0,30 x 0,50	46,62	5,36	232,91
B R 40 x 50	Viga	2	5,92 x 0,40 x 0,50	8,29	1,18	98,23
B R 40 x 70	Viga	4	15,24 x 0,40 x 0,70	27,43	4,27	72,29
B R 40 x 90	Viga	4	15,24 x 0,40 x 0,90	33,53	5,48	157,45
C L 82 x 48	Degraus de Bancada	Não considerado				
C R 60 x 60	Pilar	11	12,17 x 0,60 x 0,60	29,21	4,38	91,96
C R 60 x 60	Pilar	3	9,63 x 0,60 x 0,60	23,11	3,47	71,58
C R 80 x 80	Pilar	6	19,26 x 0,80 x 0,80	61,63	12,33	94,35
Fundações	Sapatas	Não considerado				

– Modelo B (estrutura híbrida metálica e betão)

Este modelo mantém todas as características do anterior em termos de modelação nomeadamente a nota de calculo e combinações.

Na figura 4.27, está apresentada a modelação da bancada com a escala dos deslocamentos máximos, para a combinação quase permanente de ações para o estado limite de serviço (ELS).

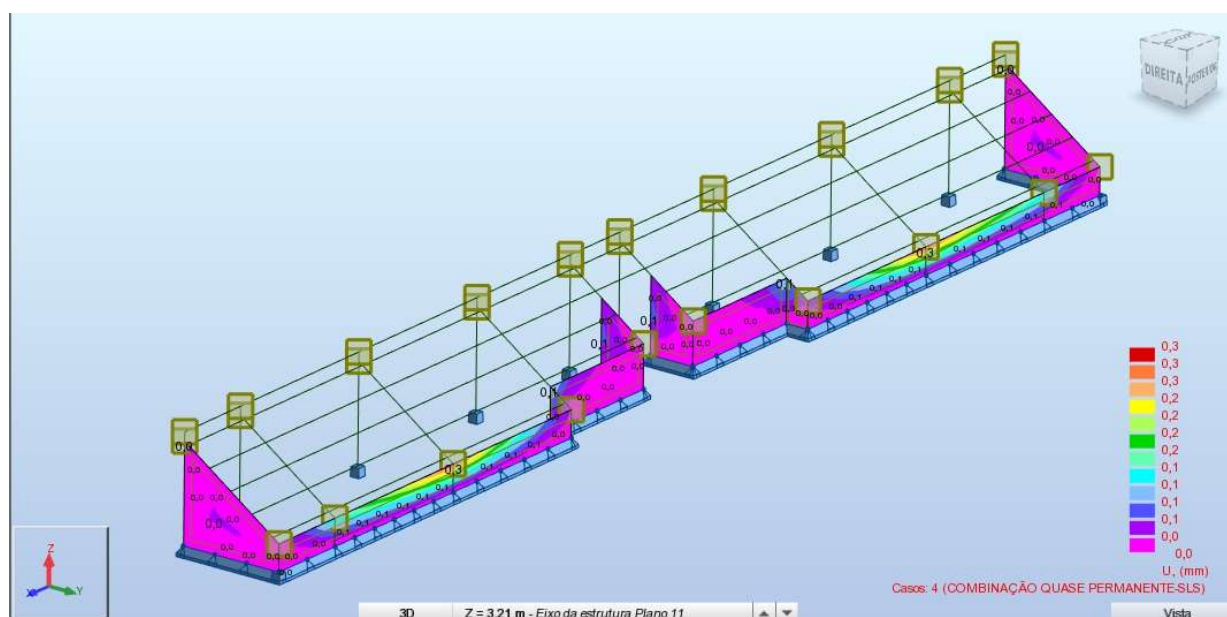


Figura 4.27 – Modelação da bancada (solução híbrida, metálica e betão)

A tabela 4.18, apresenta os valores extremos globais dos deslocamentos nodais, máximos, mínimos e rotações com a localização dos nós e caso de carga correspondente, havendo ligeiras diferenças em relação ao modelo anterior como se pode verificar.

Tabela 4.18 – Deslocamentos nodais (extremos globais)

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MÁX	0,1	0,0	0,0	0,001	0,001	0,000
Nó	187	7000	3973	52	19	41
Caso	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)
MÍN	-0,1	-1,0	-0,9	-0,001	-0,001	-0,000
Nó	179	20	20	2	38	36
Caso	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)	5 (C)

Na tabela 4.19, estão apresentados os tipos de perfis metálicos em aço S275, as dimensões, pesos e área de pintura, estes correspondem aos elementos passíveis de serem comparados, como já expresso no modelo anterior os degraus de bancada e as fundações não foram considerados para o efeito, uma vez serem iguais nos dois modelos.

Tabela 4.19 – Quantidades de Aço S275, e área de pintura (estrutura híbrida-bancada)

Tipo	Número	Comprimento (m)	Peso unitário (kg/m)	Peso da barra (kg)	Peso total (kg)	Área de pintura (m <sup>2</sup> )
HE600B	6	21,16	211,99	4485,78	4486	49,15
HE650B	2	7,62	224,86	1713,41	1713	18,45
HE700B	2	7,62	240,59	1833,32	1833	19,20
HEA 400	14	26,62	155,31	4134,40	4134	51,29
HEB 500	2	1,60	187,40	299,84	300	3,40
HHEB 600M	2	6,42	571,15	3666,78	3667	30,45
HHEB 600	2	6,42	423,99	2722,00	2722	29,82
IPE 400	9	35,86	66,33	2378,52	2379	52,60
Total					21234	254,36

Partindo dos resultados obtidos nos dois modelos, no capítulo seguinte será apresentada a solução a adotar.



## CAPÍTULO 5

### ANÁLISE COMPARATIVA DAS VÁRIAS SOLUÇÕES ESTRUTURAIS

Este capítulo tem como objetivo analisar os vários modelos inicialmente idealizados e apresentados, de forma a obter a solução a adotar. O critério de seleção não será especificamente económico, uma vez existirem condicionantes que não permitirão, como se poderá analisar a seguir. Nos casos que é vinculativo o valor das tarefas, importa informar que estes contemplam os valores de custo não estando inseridos quaisquer margens e impostos. A tabela 5.1, apresenta os valores correntes que foram aplicados neste processo, a valorização das armaduras foi com base no preço do varão de 12 mm.

Tabela 5.1 – Valores unitários aplicados

Tipo	C30/37 (m3)	Cofragem (m2)	Bombagem (m3)	Betonagem (m3)	Armaduras (kg)	Moldagem (kg)	Montagem (kg)
Custo Unitário	64,96 €	12,5 €	9,0 €	5,0 €	0,79 €	0,07 €	0,15 €

Partindo dos valores da tabela anterior, conjugados por espécie de tarefa obtém-se os seguintes valores de custo:

- Preço composto betão = 78,96 €/m3
- Preço composto armadura = 1,01 €/kg
- Preço da Cofragem = 12,5 €/m2

Estes valores serão os utilizados para obter os custos associados à construção dos vários modelos.

#### 5.1 ANÁLISE DO TÚNEL

- Modelo A

Este modelo trata como se pode constatar no início do capítulo 4, da construção tradicional, na tabela 5.2, estão apresentados os valores globais dos consumos para a execução do modelo.

Tabela 5.2 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo A

Tipo	Número	Espessura (cm)	Área Cofragem (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade de armadura (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Armaduras (kg)
Laje de escada	4	15,0	16,88	2,53	58,2	147,25
Lajes	2	25,0	30,32	7,59	55,35	420,11
Paredes	12	25,0	220,82	27,59	36,94	1019,17
Fundações	1	50,0	51,20	29,94	56,69	1697,30
Total:			319,22	67,65		3283,83

O valor custo global do modelo A é 12 648,60 €, neste custo não está incluído qualquer meio de elevação com a exceção da bomba de betonagem.

– Modelo B

Neste modelo parte da construção é tradicional, mas também está prevista a aplicação de quatro elementos box culvert monobloco tipo Betafiel com 2,50 x 2,50 [m], idênticos aos apresentados na figura 5.1, estes elementos estão concebidos para suportar uma altura de aterro até 4,00 m e veículos até 60 toneladas tal como está especificado na tabela da Betafiel.



Figura 5.1 – Transporte elementos pré-fabricados box culvert

(Fonte: Catálogo desdobrável da Betafiel)

Com a aplicação destas peças há lugar a uma redução no consumo de betão “*in situ*”, na tabela 5.2, estão os valores globais dos consumos para a execução do modelo.

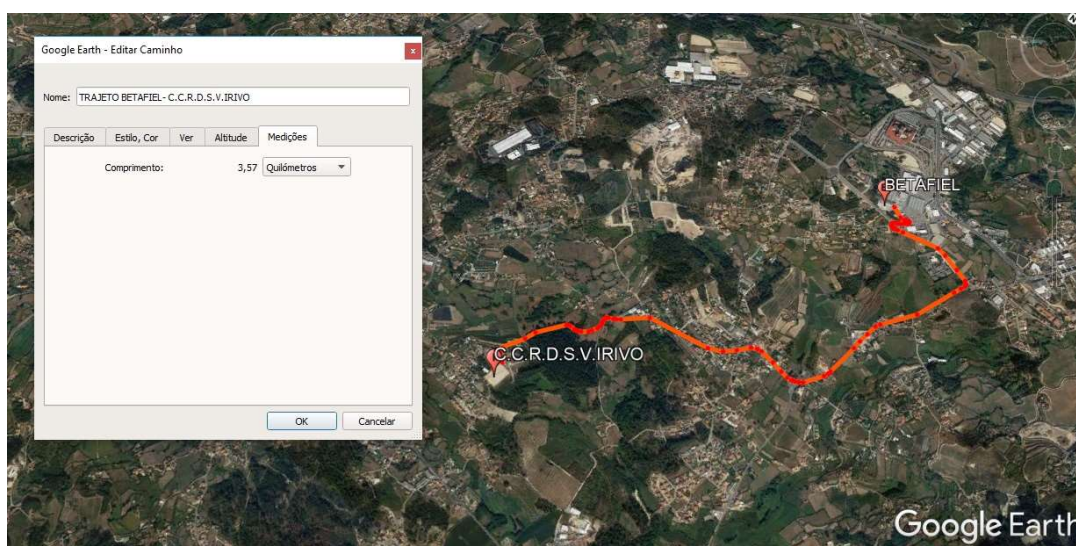
Tabela 5.3 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo B

Tipo	Número	Espessura (cm)	Área Cofragem (m2)	Volume (m3)	Densidade de armadura (kg/m3)	Peso Armaduras (kg)
Laje de escada	4	15,0	16,88	2,53	58,2	147,25
Lajes	2	25,0	12,24	3,07	55,35	169,93
Paredes	12	25,0	146,58	18,31	36,94	676,37
Fundações	1	50,0	35,20	20,34	56,69	1153,07
Total:			210,90	44,25		2146,62

O valor do custo global do modelo B com a aplicação de betão “*in situ*” é 8 289,32 €, admitindo o método de construção tradicional, neste custo não está incluído qualquer meio de elevação com a exceção da bomba de apoio á betonagem.

A este valor acresce o custo dos monoblocos “*box culvert*” em oito metros lineares com o preço unitário extraído da tabela da Betafiel de 476,28 €/m, obtém-se assim o valor global da tarefa de 12 108,60 €, estando ainda a faltar os meios de elevação e transporte destas peças.

O diferencial deste modelo relativamente ao modelo anterior é de 540,01 € mais económico, mas facilmente se conclui que este não é suficiente para o aluguer de camião grua e transporte destes elementos admitindo 1 dia de trabalho de camião grua para esta tarefa ronda os 750 €. Apesar do local da obra ser relativamente perto do centro de produção destes elementos como se constata na figura 5.2, os dois pontos apresentados perfazem um trajeto de 3,57 km.

Figura 5.2 – Trajeto de transporte elementos pré-fabricados “*box culvert*”.

Fonte: (Extrato Google Earth)



A solução apresentada não é economicamente vantajosa, pelo que neste plano o modelo A irá prevalecer, tornando-se o mais económico.

– Modelo C

O custo deste modelo está incluído na proposta apresentada pela Empresa Transviga, na prática poderá ser executado caso seja mais económico do que os anteriores.

Com a aplicação destas peças há lugar a uma redução no consumo de betão *“in situ”*, na tabela 5.4, estão os valores globais dos consumos intrínsecos para a execução do modelo.

Tabela 5.4 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais túnel modelo C

Tipo	Número	Espessura (cm)	Área Cofragem (m2)	Volume (m3)	Densidade de armadura (kg/m3)	Peso Armaduras (kg)
Laje de escada	4	15,0	16,88	2,53	58,2	147,25
Lajes lâmina de compressão	2	7,5	12,24	0,92	36,94	33,98
Paredes		25,0	76,08	9,51	36,94	351,30
Fundações	1	50,0	35,20	20,34	56,69	1153,07
Total:			140,40	33,12		1685,60

O valor do custo a agravar ao modelo C com a aplicação de betão *“in situ”* é 6 072,61 €, imposto nas condições gerais da proposta apresentada pela Transviga (ANEXO V), como se constata o valor a executar ronda os 50% do modelo A, neste custo não está incluído qualquer meio de elevação com a exceção da bomba de apoio á betonagem. O custo apresentado pela Transviga para o fornecimento e montagem destes pré-fabricados é 13 300,00 €, tornando esta solução menos vantajosa, assim no caso de estudo esta não será escolhida.

– Após esta análise o modelo a levar em consideração será o modelo A.

## 5.2 ANÁLISE DO EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO

O edifício administrativo de acordo com a conclusão já tirada aquando da descrição dos modelos apresentados A, B, C e D, o modelo a considerar é o modelo A uma vez que os outros com cumprem um requisito determinante que é o projeto de arquitetura.

A tabela 5.5, apresenta o resumo dos consumos a considerar para a execução do modelo A.

Tabela 5.5 – Resumo dos consumos globais elementos estruturais

Tipo	Número	Espessura (cm)	Área Cofragem (m2)	Volume (m3)	Densidade de armadura (kg/m3)	Peso Armaduras (kg)
Laje de escada	3	15,0	8,42	1,26	154,57	194,77
Lajes	2	25,0	156,54	39,14	646,66	25310,10
Paredes	7	20,0	179,02	27,73	152,01	4215,23
Paredes	1	30,0	219,22	46,57	260,83	12146,90
Pilares	2		14,96	2,15	49,50	106,42
Fundações	6		75,54	92,79	75,55	7010,24
Total:			653,70	209,64		36958,20

O valor do custo global do modelo A com a aplicação de betão “*in situ*” é 62 052,20€, admitindo o método de construção tradicional, neste custo não está incluído qualquer meio de elevação com a exceção da bomba de apoio á betonagem.

- O modelo A é vinculativo.

### 5.3 ANÁLISE DO EDIFÍCIO GIMNODESPORTIVO

No gimnodesportivo e de acordo com os modelos apresentados A1/A2 e B o método de comparação nos dois primeiros será ao nível dos pórticos principais, (vigas delta vs. vigas treliça)

- Modelo A1

A quantidade necessária de betão que uma viga delta terá para vencer o vão previsto, ronda os 16 m3, o preço médio do m3 de betão para este tipo de viga está estimado em 377,68 €, a peça custará sensivelmente 6 042,88 €. Este é o valor que será comparado com o do modelo seguinte.

- Modelo A2

Considerando que os preços de mercado estão dentro dos valores apresentado para:

- Preço perfil metálico = ]1,5; 1,8[€/Kg
- Preço pintura intumescente EI 60 min = 45,50€/m2

O valor de custo da treliça metálica do modelo A2, considerando que esta não tem qualquer tipo de tratamento intumescente está compreendido no intervalo seguinte:

$$]3355,69 \text{ €}, 4026,83 \text{ €}[$$

Com tratamento intumescente:

]6064,78 €, 6735,92 €[

A tabela 5.6, resume os dados utilizados para obter os valores anteriores.

Tabela 5.6 – Resumo dados da treliça

Perfis	Comprimento m	Peso kg/m	Área pintura m <sup>2</sup> /m	Preço €/ kg	Preço de pintura €/m <sup>2</sup>
UPN220	48,92	29,40	0,718	]1,5; 1,8[	45,50
UPN140	49,93	16,00	0,489	]1,5; 1,8[	45,50

Este modelo após verificação e olhando às condicionantes de acessibilidade ao local da obra irá prevalecer em relação ao modelo anterior.

– Modelo B

Neste modelo e usando os dados do modelo anterior em conjunto com os da tabela 5.7, obtemos o valor de custo da estrutura metálica, considerando que esta não tem qualquer tipo de tratamento intumescente obtém-se o valor de 184 907,00 €, neste custo estão incluídos meios de elevação.

Tabela 5.7 – Resumo das quantidades globais da estrutura metálica-Gimnodesportivo (modelo B)

Tipo S275	Peso(kg)	Área de pintura (m <sup>2</sup> )
Total	123271	1175,90

Para proceder à execução de tratamento intumescente para uma proteção de 60 minutos considerando 50% da área de pintura, o valor seria agravado em 26 751,70€. O cálculo destes valores foi feito com base no preço mínimo do aço, apresentado no intervalo acima.

Assim, o valor global é de 211 659,00 €, que comparado com o valor da proposta da Transviga (ANEXO V), para a construção em betão armado pré-fabricado de 163 000,00 €, demonstra que a solução de estrutura metálica é menos vantajosa.

- A solução para o gimnodesportivo passará pelo modelo A2, estrutura de betão armado pré-fabricado com os pórticos principais em treliça metálica.

## 5.4 ANÁLISE DA BANCADA

Na bancada e de acordo com os modelos apresentados A e B os elementos alvo de comparação serão as vigas de bancada de apoio aos degraus de bancada e os respetivos pilares. Todos os outros elementos, degraus de bancada, paredes de revestimento perimetral de bancada e fundações serão iguais, não interferindo na decisão a tomar uma vez que não são passíveis de comparação.

- Modelo A (estrutura de betão)

A tabela 5.8 apresenta o resumo dos consumos globais dos elementos estruturais da bancada modelo A

Tabela 5.8 – Resumo dos consumos globais dos elementos estruturais da bancada modelo A

Tipo	Número	Espessura (cm)	Área Cofragem (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade de armadura (kg/m <sup>3</sup> )	Peso Armaduras (kg)
Vigas	9		46,62	5,36	232,91	1248,40
Vigas de bancada	10		8,42	10,93	117,79	1287,42
Pilares	20		113,95	20,18	89,92	1814,50
Total:			168,99	36,47		4350,32

O valor global dos elementos comparados do modelo A é 7 910,00 €, valor da proposta da Transviga (ANEXO V).

- Modelo B (estrutura metálica)
- A tabela 5.9 apresenta o resumo das quantidades globais (peso e área) dos elementos estruturais da bancada modelo B

Tabela 5.9 – Resumo das quantidades globais dos elementos estruturais da bancada modelo B

Tipo	Peso total (kg)	Área de pintura (m <sup>2</sup> )
S275		
Total	21 234	254,36

Considerando que os preços de mercado estão dentro dos intervalos apresentados para:

- Preço perfil metálico = ]1,5; 1,8[€/Kg
- Preço pintura intumescente EI 60 min = 45,50 €/m<sup>2</sup>

O valor de custo da estrutura metálica do modelo B considerando que esta não tem qualquer tipo de tratamento intumescente é de 31 851,00 €, neste custo estão incluídos meios de elevação.

Para proceder à execução de tratamento intumescente para uma proteção de 60 minutos considerando 50% da área de pintura, o valor seria agravado em 5 786,69 €. O cálculo deste valor foi feito com base no preço mínimo do aço, apresentado no intervalo acima.

- Assim se conclui que o modelo A da bancada irá prevalecer.

## 5.5 SOLUÇÃO ADOTADA, MEDIÇÕES E PLANEAMENTO

Como já se conclui nos subcapítulos anteriores a solução passa pela escolha apresentada na tabela 5.10, que resume a opção e o critério de seleção adotados.

Tabela 5.10 – Síntese dos modelos adotados e critério de seleção

	Modelo A	Modelo A1	Modelo A2	Modelo B	Modelo C	Modelo D	Critério Seleção
Túnel	✓	-	-	✗	✗	-	Custo
Edifício Administrativo	✓	-	-	✗	✗	✗	Arquitetura
Edifício Gimnodesportivo	-	✗	✓	✗	-	-	Custo Acessibilidades
Bancada	✓	-	-	✗	-	-	Custo

As imagens seguintes fazem parte do arquivo pessoal do autor deste trabalho, de obras por ele realizadas.

Pretende-se mostrar casos singulares e metodologias de construção que este tipo empreendimento está sujeito. O túnel e o edifício administrativo que se preveem de construção tradicional, analisando a figura 5.3 facilmente se conclui que é necessário que no estaleiro haja equipamento de elevação como por exemplo grua torre ou similar, cofragem e escoramento.



Figura 5.3 – Estaleiro de construção tradicional.

No ginnodesportivo e na bancada a metodologia da pré-fabricação implica geralmente que se executem vários trabalhos singulares que geralmente são alvo de outras empreitadas, como por exemplo as fundações como mostra a figura 5.4.



a) Armadura de negativo do pilar

b) Cofragem do negativo do pilar

Figura 5.4 – Estaleiro de construção pré-fabricada (fundações)

No caso da montagem dos elementos pré-fabricados como pilares e vigas figura 5.5, estes trabalhos estão geralmente incluídos na empreitada de pré-fabricação.



a) Montagem pilares

b) Montagem de vigas

Figura 5.5 – Estaleiro de construção pré-fabricada (colocação de pilares e vigas)



Os pontos de maior fragilidade são os apoios em consolas curtas, deve-se ter em consideração a quantidade de pernos e o estado de qualidade dos mesmos, na figura 5.6 tem dois tipos de consola, a intermedia de apoio de vigas de suporte de lajes e a de topo de apoio de vigas de travamento e vigas de secção variável da cobertura.



a) Consola intermédia

b) Consola de topo

Figura 5.6 – Estaleiro de construção pré-fabricada (consolas curtas e apoio de lajes)

Um dos fatores muito importantes que podem pôr em causa a estabilidade da estrutura são as ligações, figura 5.7, deve-se ter especial atenção se estas ficam devidamente preenchidas e seladas com grout, garantindo rigidez.



a) Ligação sem preenchimento

b) Ligação com preenchimento

Figura 5.7 – Ligações por perno e grout

No caso da montagem dos elementos painéis pré-fabricados em lajes figura 5.8, são necessários meios de elevação móveis de grande capacidade, este tipo de construção não necessita de grande escoramento comparativamente com a construção tradicional.



a) Montagem de painel alveolar

b) Início da aplicação da malhasol

Figura 5.8 – Montagem de lajes painel alveolar

A betonagem geralmente é com recurso a bomba, inicialmente deve-se ter em atenção a aplicação da malhasol específica para cada vão e a posição da mesma garantido os comprimentos de amarração. O processo inicia com a betonagem dos maciços de apoio das lajes e posteriormente a lâmina de compressão figura 5.9.



a) Betonagem maciços de apoio

a) Betonagem da laje

Figura 5.9 – Betonagem de lajes

Outro ponto singular, está relacionado com a impermeabilização nomeadamente nas caleiras figura 5.10.



Uma das formas de garantir a estanquidade das caleiras é aplicar solda, em vez dos correntes, silicones e cola e veda, as mesmas serem de chapa de elevada resistência corrosiva nomeadamente zinco, em vez das chapas alternativas que geralmente são mais económicas, mas menos duradouras.



a) Solda da embocadura do tubo de queda

b) Solda da emenda da caleira

Figura 5.10 – Caleiras e soldas

As notas anteriores são úteis e devem ser levadas em consideração no acompanhamento da construção.

Para melhor se interpretar os materiais prescritos para a construção dos modelos adotados, foi elaborado um mapa de quantidades, (ANEXO VI). Obtendo as medições a partir do projeto de arquitetura e estrutura que servirá de base ao acompanhamento da construção e simultâneo na fase da procura de propostas apoiará os responsáveis do C.C.R.D.S.V.IRIVO, na procura eventual de custos de execução da obra, não esquecendo neste mapa só esta contemplada a construção de estrutura, cobertura, alvenarias e revestimentos primários, faltando todas as especialidades inerentes a este tipo de construção.

A execução deste mapa permitiu aproveitar a WBS de tarefas que serviu de base ao planeamento (ANEXO VII), o planeamento foi feito utilizando o MSProject, havendo uma duração total da obra de 254 dias com inícios ponderados para cada um dos elementos estruturais agregados, de forma a garantir que o processo construtivo será feito com princípio meio e fim.

Em complemento a tudo que já referido dos modelos adotados, no anexo (VIII) estão apresentados desenhos estruturais de alguns elementos extraídos do robot e pormenores elaborados pelo autor.

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos inicialmente definidos, o presente trabalho teve efeitos práticos no âmbito real, como se pode constatar no anexo (IX). Este apresenta um excerto da convocatória datado de 30 de outubro de 2017 para a Assembleia Municipal que se realizou no dia 2 de novembro do mesmo ano. No seu ponto 16 teve como assunto a discussão e aprovação da *“Minuta de Contrato Programa de Desenvolvimento Desportivo a celebrar entre Município de Penafiel e o Centro Cultural Recreativo e Desportivo São Vicente de Irivo, relativo à concessão de um apoio financeiro no montante de € 75 000,00, para a requalificação de um campo de futebol, mediante a aplicação de um relvado sintético”*.<sup>[18]</sup>

No anexo (X) apresenta um excerto da Ata nº 18/17, onde consta na deliberação nº 25 datada de 02 de novembro de 2017, o resultando da votação, da proposta: *“Aprovada por unanimidade a minuta do protocolo mencionado em assunto e conferir poderes ao Senhor Presidente da Camara Municipal para a sua assinatura”*.<sup>[19]</sup>

De acordo com o estabelecido, o C.C.R.D.S.V. IRIVO iniciou os trabalhos, encontrando-se estes em desenvolvimento como mostra a figura 6.1, que apresenta a fase de conclusão para aplicação do relvado sintético no campo de futebol.



a) Drenagem e rede de rega

b) Almofada para assentamento do relvado

Figura 6.1 – Fase de conclusão para aplicação do relvado sintético no campo de futebol

## 6.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi abordado o “Dimensionamento de um pavilhão gimnodesportivo e edifício administrativo, com análise comparativa de várias soluções estruturais”. Este tema surgiu de duas necessidades, a do C.C.R.D.S.V. IRIVO na procura de financiamento e a do aluno poder concluir o seu ciclo de estudo. Este mantendo a simbiose teórico-prática com a qual sempre se identificou, ao longo da formação académica e da vida, uma vez que se trata de um caso com componente real.

No âmbito real é evidenciado êxito no processo prévio previsto, no académico a complexidade do projeto e as exigências impostas obrigaram o aluno a investir muito neste processo, que de facto nesta fase final resulta em evolução humana e intelectual, com que o aluno se congratula.

Conclui-se que neste tipo de processo construtivo a construção tradicional para arquiteturas de edifícios pequenos, mas complexos, como o exemplo do edifício administrativo é preponderante. Para edifícios maiores como o gimnodesportivo, a construção pré-fabricada de betão armado está à frente em termos de controlo de qualidade, rapidez e segurança, assim o modelo adotado será na prática o mais económico e exequível, não querendo com isto por de parte a construção metálica, mas as exigências regulamentares obrigam a determinados tratamentos que exponenciam o custo final das construções, nomeadamente o da resistência ao fogo e a corrosão.

Quando se inicia um trabalho com este grau de complexidade as expectativas iniciais são grandes, mas à medida que se avança no tempo, percebe-se que há muita informação inicial possível, mas esta vai sendo filtrada e a expectativa com que se fica é que se aproveitou a melhor. Esse aproveitamento fez com que se fosse cumprindo com as indicações apresentadas e os objetivos inicialmente previstos, evoluindo em termos pessoais, não só de formação mas também de experiência adquirida, ficando a percepção que este tipo de trabalho não é fácil, o que obriga a lutar com afino e vontade para se chegar onde se pretende tomando decisões com autonomia própria.

O que mais satisfaz o autor nestas últimas palavras é sentir parte do dever cumprido e satisfação por ter retribuído desta forma à sociedade, como que agradecendo o que ela tem proporcionado.

## 6.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No que concerne ao desenvolvimento de trabalhos futuros, há ainda muito mais a abordar para este trabalho ser mais completo, desta forma se propõe que na continuidade do processo, os temas interessantes a desenvolver, inserido no ramo das construções, seriam nomeadamente o estudo do comportamento térmico e higrométrico dos edifícios com especial incidência nos balneários, poderiam ainda se estudar os pisos desportivos em recintos cobertos versus descobertos, metodologias construtivas e sua comparação.

Dentro dos pisos desportivos exteriores, no âmbito do ramo das infraestruturas desenvolver metodologias construtivas para a execução dos mesmos, nomeadamente estudo de drenagem do campo de futebol e respetiva rede de rega, incluindo o estudo da capacidade volumétrica necessária associada para armazenamento de água, tipo de solos a aplicar na execução do fundo de caixa para posterior aplicação do relvado sintético e análise dos vários tipos de piso.

No âmbito da gestão, a elaboração de proposta de prestação de serviços de gestão de empreendimentos com assessoria técnica especializada e acompanhamento global do projeto.

No âmbito das estruturas, por fim, a partir da solução adotada, elaborar um novo dimensionamento com apoiado nos regulamentos nacionais e estabelecer comparação com o dimensionamento com base nos eurocódigos que serviram de guião na análise do tema deste trabalho.

Como o leitor pode constatar e dando asas à imaginação, a complexidade de um trabalho com esta envergadura permite explorar várias vertentes da engenharia no âmbito das construções, infraestruturas, gestão e estruturas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.panelesach.pt/painel-sandwich-ach-pir>
- [2] <https://progressodeparedes.com.pt/tag/silvio-silva/>
- [3] [www.acm.pt/docs/noticias\\_991\\_2.pdf](http://www.acm.pt/docs/noticias_991_2.pdf)
- [4] <http://www.idesporto.pt/conteudo.aspx?id=19>
- [5] Disposições complementares mestrado
- [6] NP EN 1997-1\_2010 (EC7)
- [7] [https://issuu.com/ader-sousa/docs/relatorio\\_final\\_valoriza\\_o\\_do\\_patrimonio\\_natural](https://issuu.com/ader-sousa/docs/relatorio_final_valoriza_o_do_patrimonio_natural)
- [8] <https://www.researchgate.net/publication/28304114>
- [9] Mecânica dos Solos Conceitos e Princípios Fundamentais Volume 1 Manuel Matos Fernandes (FEUP Edições)
- [10] Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro
- [11] Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro
- [12] Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (Decreto-Lei nº 235/83, de 31 de maio)
- [13] NP EN 1991-1-1\_2009 (EC1)
- [14] NP EN 1991-1-4\_2010 (EC1)
- [15] <http://pwp.net.ipl.pt/dec.isel/ljacinto/ensino/eurocodigos/Vento.pdf> (Autor: Luciano Jacinto)
- [16] NP EN 1998-1\_2010 (EC8)
- [17] NP EN 1991-1-5\_2009 (EC1)
- [18] <https://www.cm-penafiel.pt/wp-content/uploads/2018/01/OrdemDiaRCM02nov2017-1.pdf>
- [19] <https://www.cm-penafiel.pt/wp-content/uploads/2018/03/AtaRCM02nov2017.pdf>



## **ANEXO I – PROPOSTA DE PROSPECÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA**





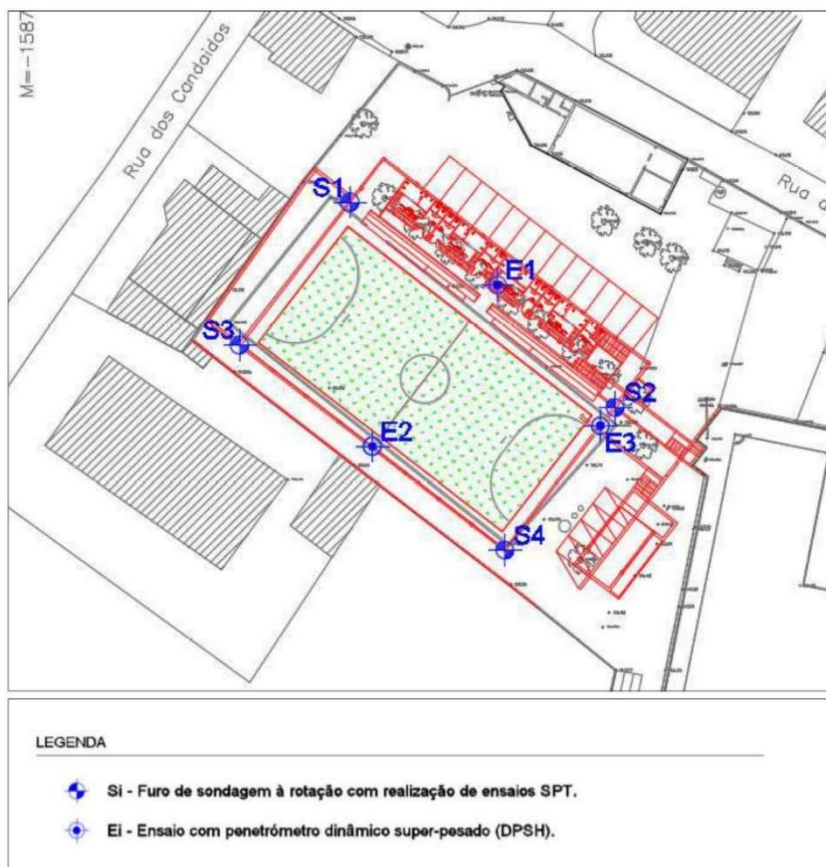


Figura 1 – Proposta para a localização dos furos de sondagem (S1 a S4) e ensaios DPSH.

Como complemento, a presente proposta de trabalhos considera também a possibilidade de instalação de piezómetros nos furos de sondagem para determinação da posição do nível freático e a execução de ensaios laboratoriais para caracterização de amostras de solo, rocha ou água subterrânea recolhidas durante os trabalhos de prospecção.

Sendo nesta fase desconhecidas as quantidades de trabalho, as características do maciço (perfuração em ambiente rochoso ou em solos) e as profundidades a alcançar nos furos de sondagem, apresenta-se no Anexo A uma Lista de Preços Unitários cujos itens serão aplicáveis às quantidades que o Requerente entender necessárias para a execução do estudo. Relativamente ao critério de paragem dos furos de sondagem e, com base nas recomendações da especialidade, aconselha-se que consista na obtenção de três negas consecutivas do ensaio SPT em ambiente terroso, ou na recolha de pelo menos 4,5 m de testemunho de rocha em ambiente rochoso, assegurando sempre uma profundidade mínima de reconhecimento de 6,0 m por furo de sondagem.

**PROPOSTA N.º 1762017 - Lista de Preços Unitários****Eng.º Paulo Moreira****Pavilhão Gimnodesportivo****Irivo - Penafiel**

Item	Descrição	Unidade	Preço unitário
<b>1 Prospecção mecânica e ensaios <i>in situ</i></b>			
1.1	Mobilização de meios e elaboração de relatório geológico-geotécnico.		
1.1.1	Mobilização de um equipamento de perfuração e equipa técnica necessários à execução dos trabalhos (incluem-se dois dias de trabalho de campo). Inclui-se a elaboração de um relatório geológico-geotécnico de caracterização e parametrização.	un	850,00 €
1.1.2	Custo adicional por dia de trabalho.	dia	320,00 €
1.2	Furos de sondagem à rotação.		
1.2.1	Posicionamento do equipamento de perfuração no local de sondagem.	un	59,00 €
1.2.2	Perfuração em solos isentos de seixos ou fragmentos rochosos.	m	29,50 €
1.2.3	Perfuração em solos com seixos ou fragmentos rochosos, aterros ou rocha decomposta a sã.	m	67,00 €
1.2.4	Execução de ensaios SPT a partir de 0,5 m de profundidade e espaçados de 1,5 m.	un	22,00 €
1.2.5	Fornecimento e instalação de piezómetro para medição do posicionamento do nível de água no terreno. Estão incluídas leituras diárias durante a realização da campanha de prospecção.	m	11,00 €
1.3	Ensaio complementares com penetrómetro dinâmico super-pesado (DPSH)		
1.3.1	Execução de ensaio DPSH até à obtenção de 100 pancadas.	un	255,00 €
<b>2 Ensaio Laboratoriais</b>			
2.1	Análise granulométrica por peneiração húmida (LNEC E-239).	un	50,00 €
2.2	Determinação dos limites de Atterberg (NP 143).	un	55,00 €
2.3	Determinação da resistência à compressão uniaxial (NP EN 1926).	provete	45,00 €
2.4	Análise química para determinação da agressividade do solo ao betão (de acordo com a norma NP EN 206-1 2007 em que são determinados a acidez e sulfatos).	un	145,00 €
2.5	Análise química para determinação da agressividade de uma amostra de água subterrânea ao betão (de acordo com a norma NP EN 206-1:2007 em que são determinados o pH, sulfatos, magnésio, amónio e dióxido de carbono agressivo).	un	250,00 €
<b>3 Trabalhos Extraordinários</b>			
3.1	Caixas de armazenamento de amostras (aplicável caso o Requerente opte por ficar na posse das amostras, após a emissão do relatório geológico-geotécnico). Não estão incluídos custos de envio.	un	17,50 €
3.2	Tempos de paragem por causas imputáveis à ENGGEIO*.	hora	70,00 €

Nota: Aos preços indicados acresce o IVA à taxa legal em vigor.

## **ANEXO II – TABELA COM O CÁLCULO DO EFETIVO DAS UTILIZAÇÕES TIPO**



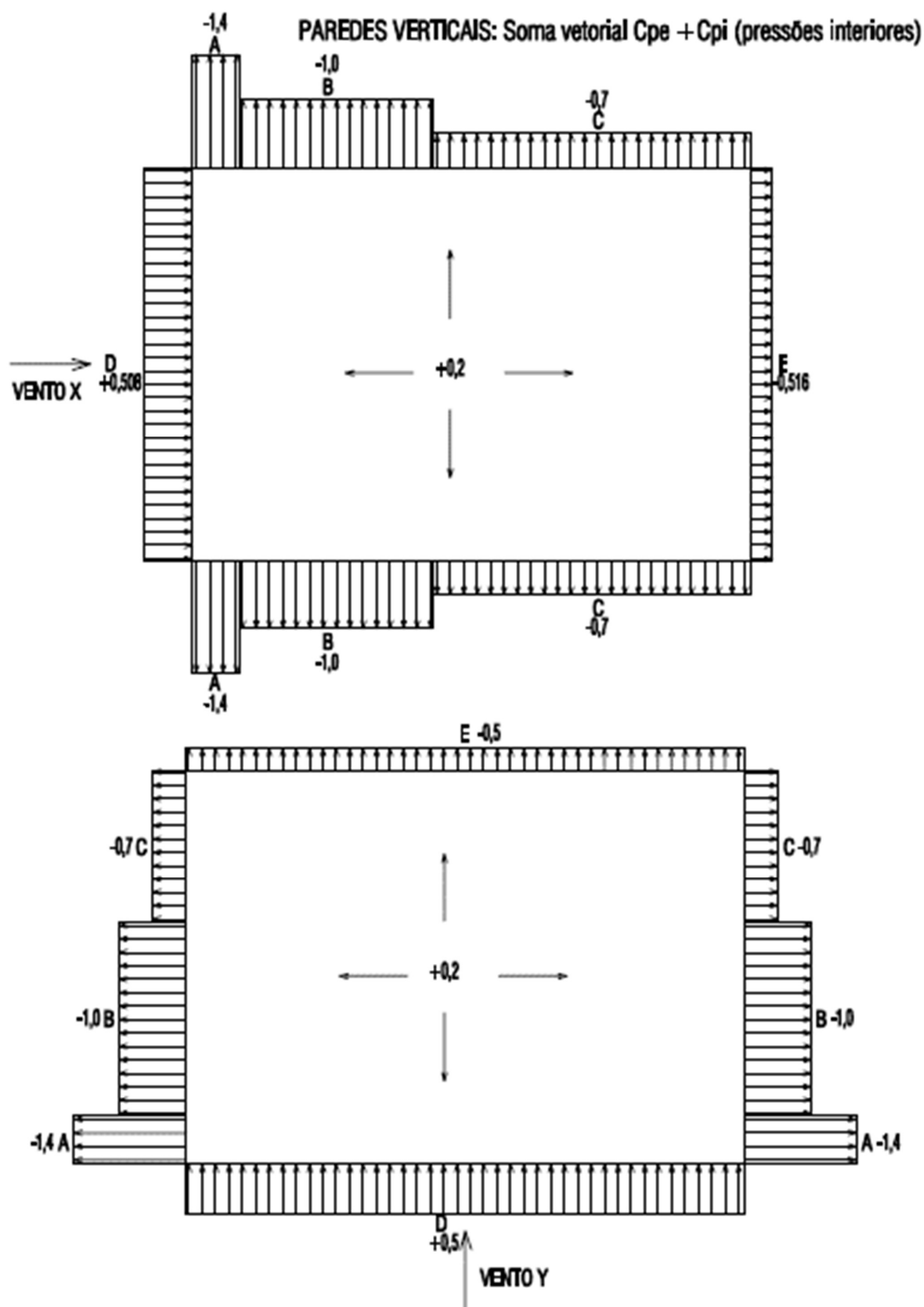
UT	LOCAL	RISCO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ÍNDICE (PESSOAS/m <sup>2</sup> )	EFETIVO (nº PESSOAS)	EFETIVO CORREGIDO
<b>PISO -1</b>						
IX	Acesso ao túnel	A	9,46	0,10	0,95	1
	Túnel	A	22,43	0,10	2,24	3
<b>Σ Piso -1</b>						<b>4</b>
<b>PISO 0 - EDIFÍCIO GIMNODESPORTIVO (plano de referência)</b>						
IX	Lavandaria	B	38,29	< 50 m <sup>2</sup>	2,00	2
IX	Ginásio	A	51,57	0,15	7,74	8
IX	Sala de massagens	A	13,59	0,20	2,71	3
IX	Sala de espera	A	10,51	1,00	10,51	11
IX	Gabinete médico	A	11,92	0,20	2,38	3
IX	I.S gabinete médico	A	1,87			0
IX	Depósito AQS	A	3,24			0
IX	Circulação acesso atletas	A	20,14	0,10	2,01	3
IX	Circulação acesso balneários	A	48,63	0,10	4,86	5
IX	Balneário Praticantes 1	A	26,34	0,30	7,90	8
IX	Balneário Praticantes 2	A	26,34	0,30	7,90	8
IX	Balneário Juizes 1	A	8,65	0,30	2,60	3
IX	Balneário Praticantes 3	A	26,34	0,30	7,90	8
IX	Balneário Praticantes 4	A	26,34	0,30	7,90	8
IX	Balneário Juizes 2	A	8,65	0,30	2,60	3
IX	I.S mobilidade reduzida	A	5,82			0
IX	Circulação entrada/saída Público	A	22,17	0,10	2,22	3
IX	Polidesportivo (Área de Jogo)	B	684,00	0,15	102,60	103
IX	Polidesportivo Área apoio	B	860,74	0,10	86,07	87
IX	Circulação acesso ao jogo	A	5,40	0,10	0,54	1
<b>Σ Piso 0</b>						<b>267</b>
<b>PISO 1 - EDIFÍCIO GIMNODESPORTIVO</b>						
IX	Bancada 176 un	B		Lugares		176
IX	I.S Feminino	A	15,36			0
IX	I.S Masculino	A	17,33			0
IX	Circulação escada acesso Piso 1	A	8,87	0,10	0,89	1
IX	Circulação Piso 1	A	101,89	0,10	10,19	11
IX	Bar	A	6,92	1,00	6,92	7
IX	Camarote 1	A	3,61	3,00	10,83	11
IX	Camarote 2	A	3,18	3,00	9,54	10
IX	Camarote 3	A	3,99	3,00	11,97	12
IX	Camarote 4	A	4,11	3,00	12,33	13
IX	Camarote 5	A	3,18	3,00	9,54	10
IX	Camarote 6	A	3,55	3,00	10,65	11
IX	Camarote 7	A	6,38	3,00	19,14	20
<b>Σ Piso 1</b>						<b>282</b>
<b>Σ Gimnodesportivo</b>						<b>550</b>
<b>PISO 1 - EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO</b>						
III	Sala de assembleia Geral	A	43,35	1,00	43,35	44
III	Hall de Acesso (circulação)	A	11,74	0,10	1,17	2
III	I.S edifício administrativo	A	3,23			0
III	Varanda	A	13,03	1,00	13,03	14
<b>Σ Edifício Administrativo</b>						<b>60</b>

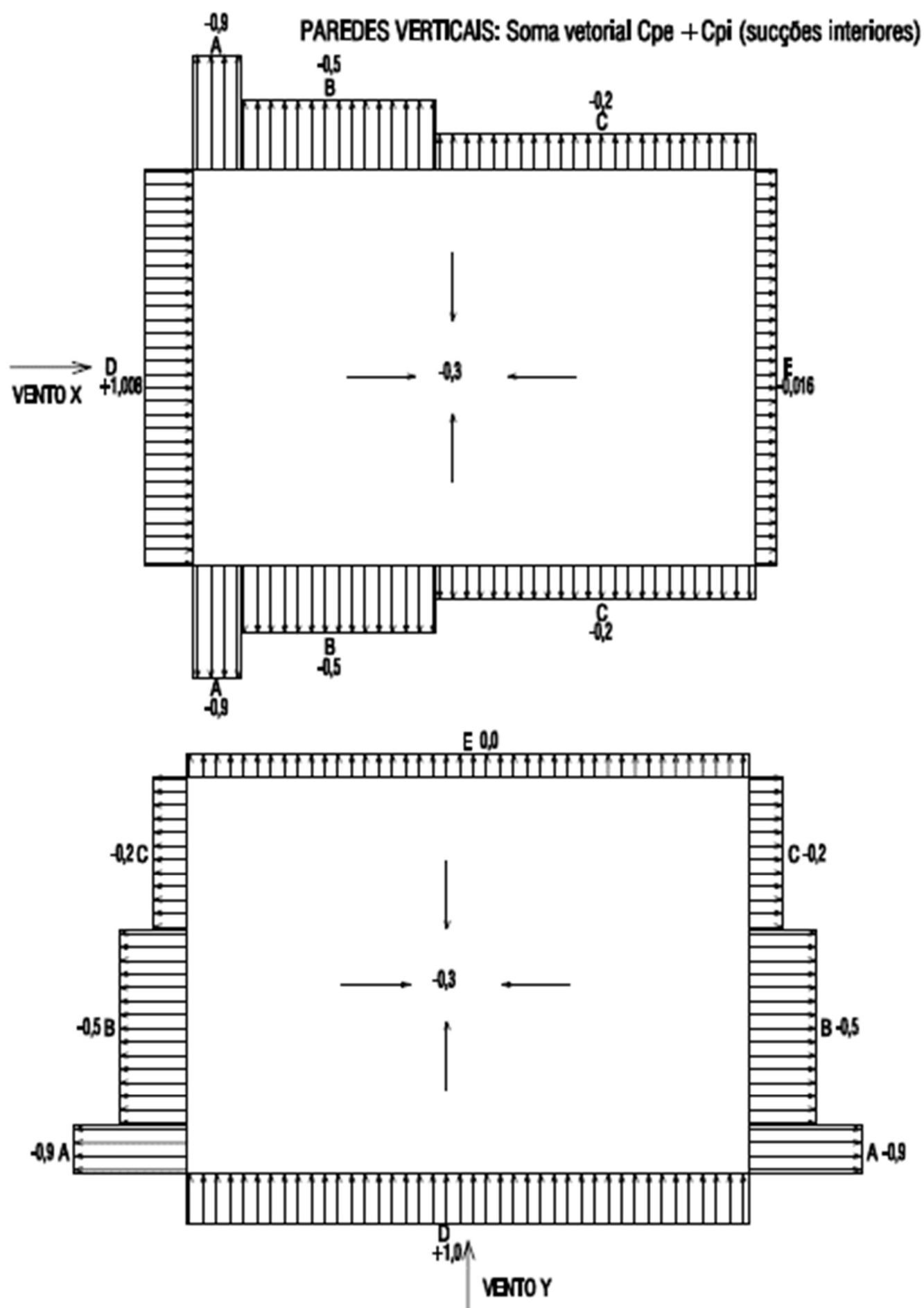


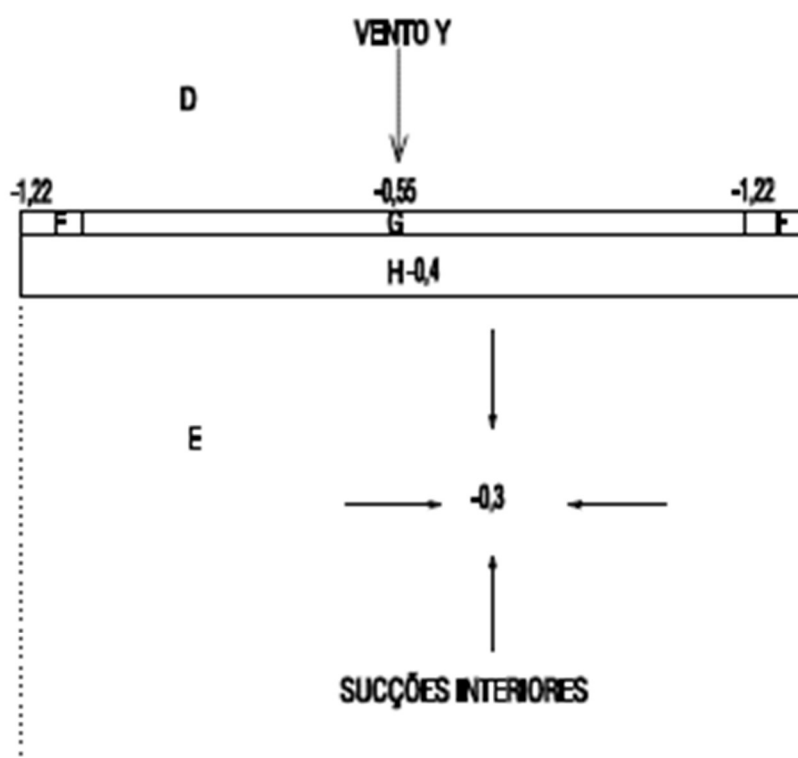
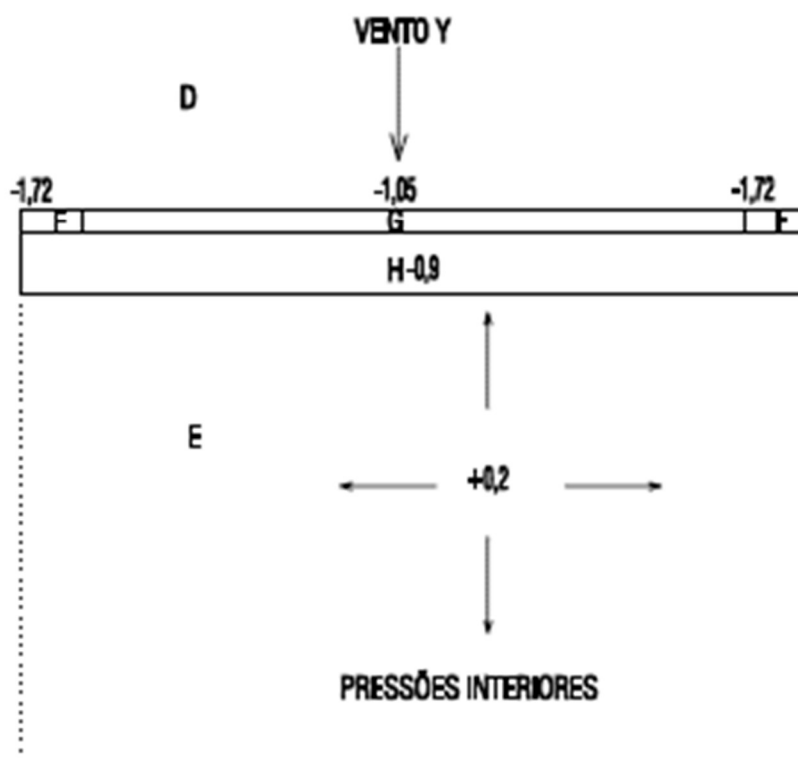
## **ANEXO III – DESENHOS ESQUEMÁTICOS COM A DISTRIBUIÇÃO DOS COEFICIENTES DE PRESSÃO FINAIS**

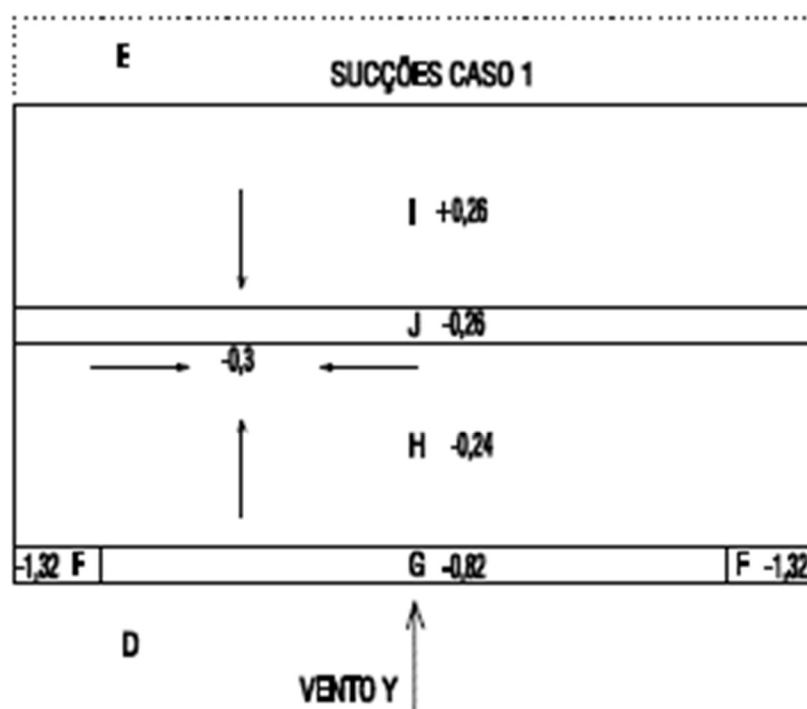
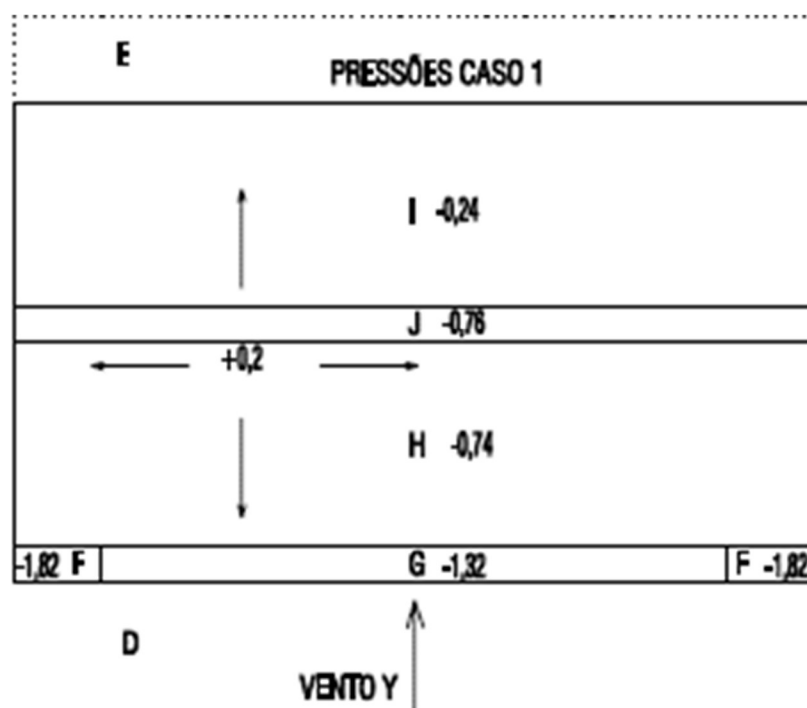


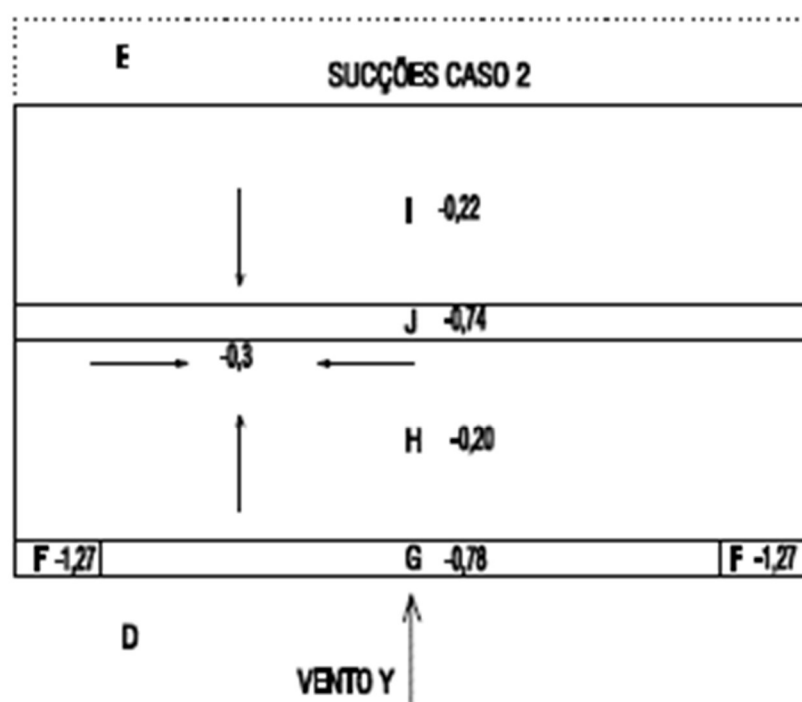
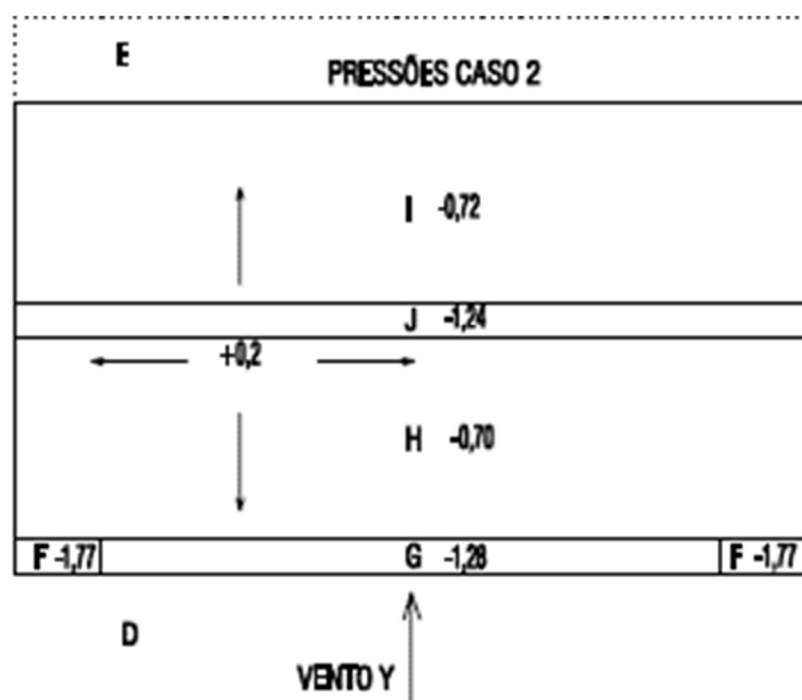


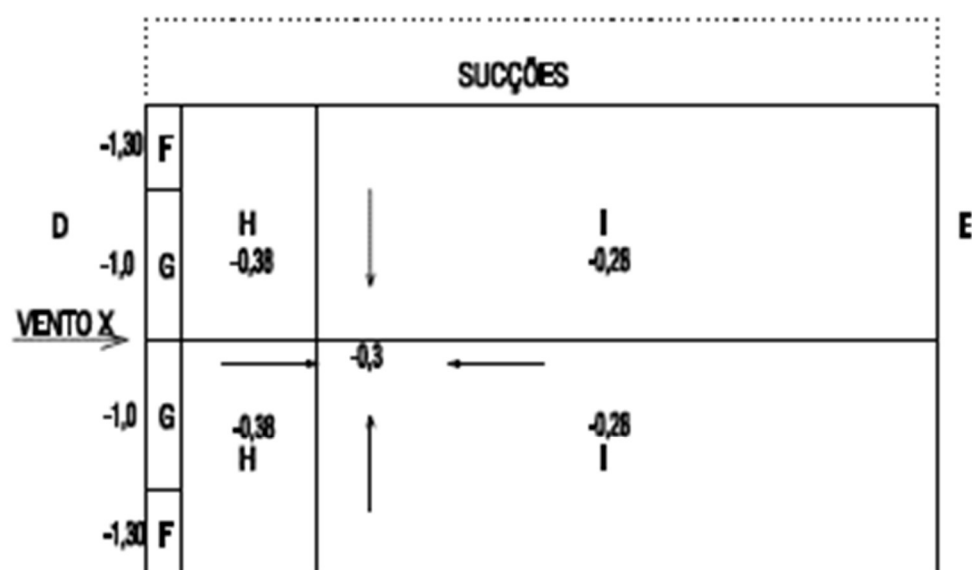
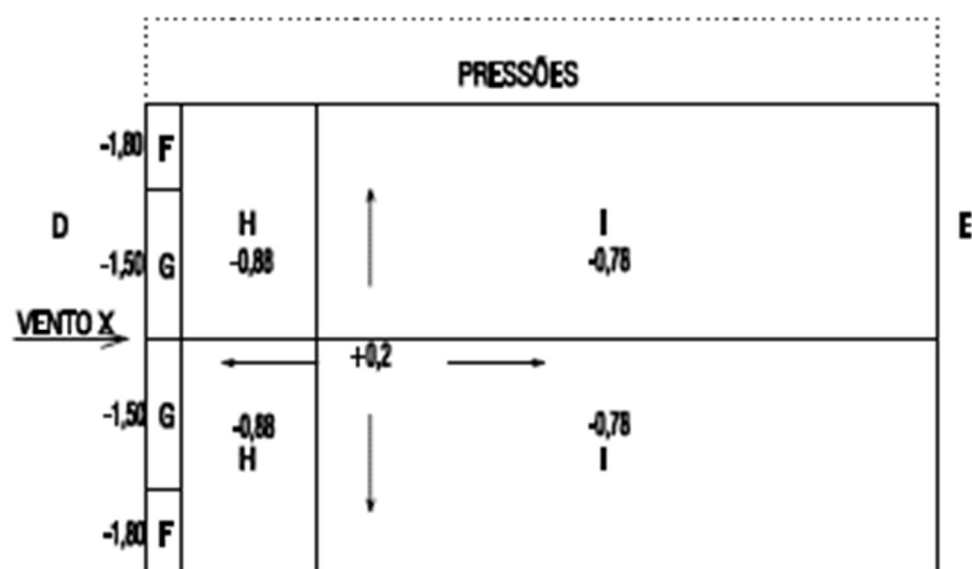




COBERTURA EM TERRAÇO: Soma vetorial  $C_{pe} + C_{pi}$ 

COBERTURA DE DUAS VERTENTES: Soma vetorial  $C_{pe} + C_{pi}$  (Caso 1, Direção Y)

COBERTURA DE DUAS VERTENTES: Soma vetorial  $C_{pe} + C_{pi}$  (Caso 2, Direção Y)

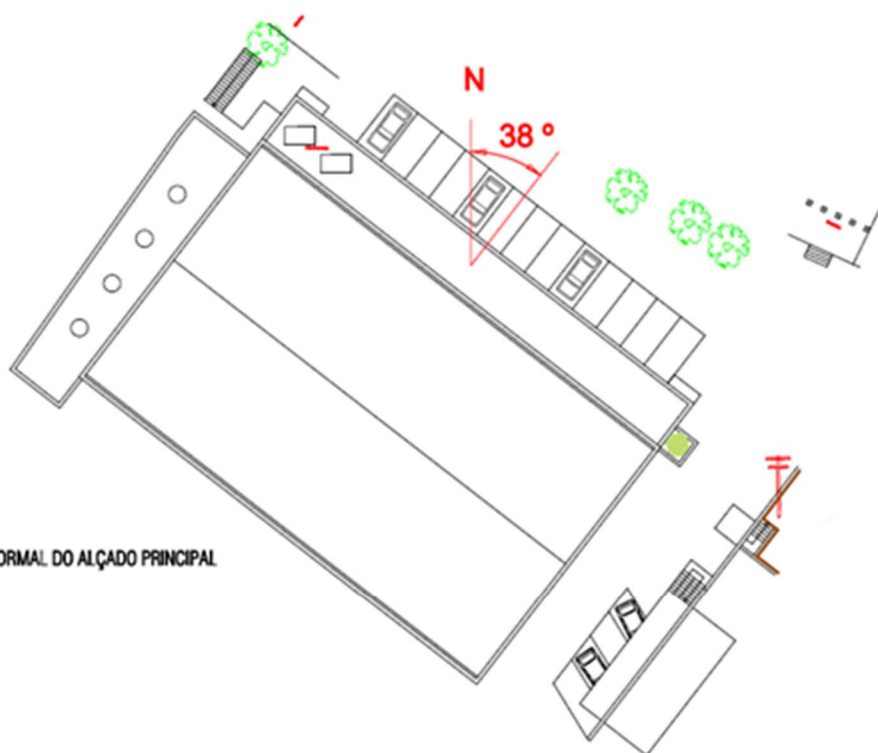
COBERTURA DE DUAS VERTENTES: Soma vetorial  $C_{pe} + C_{pi}$  (Direção X)

**ANEXO IV – ÂNGULO EM GRAUS, DA NORMAL EXTERIOR DOS ELEMENTOS  
ESTRUTURAIS COM O NORTE**

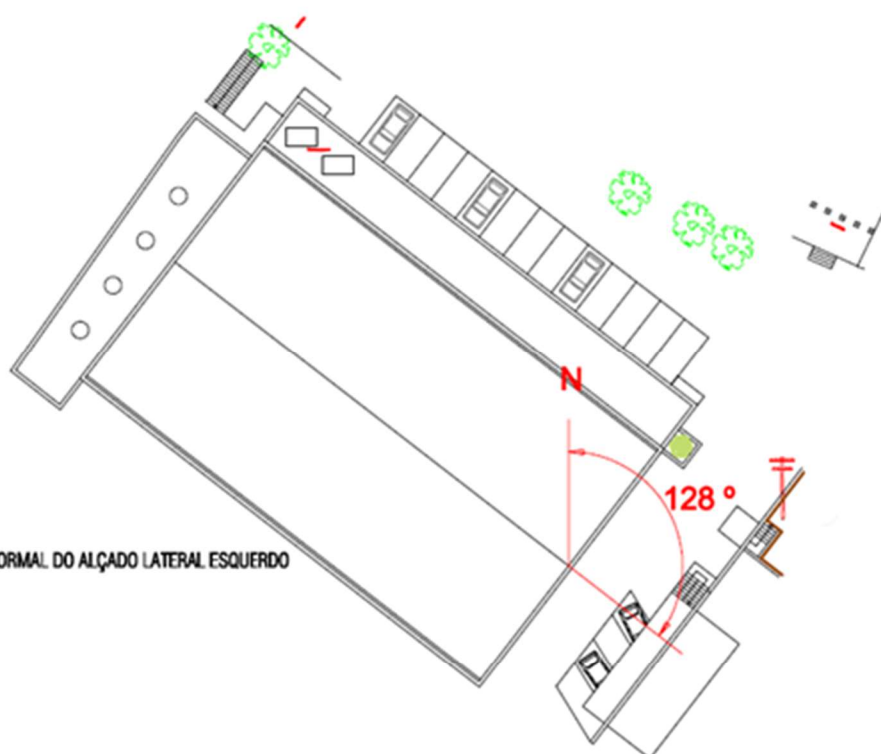


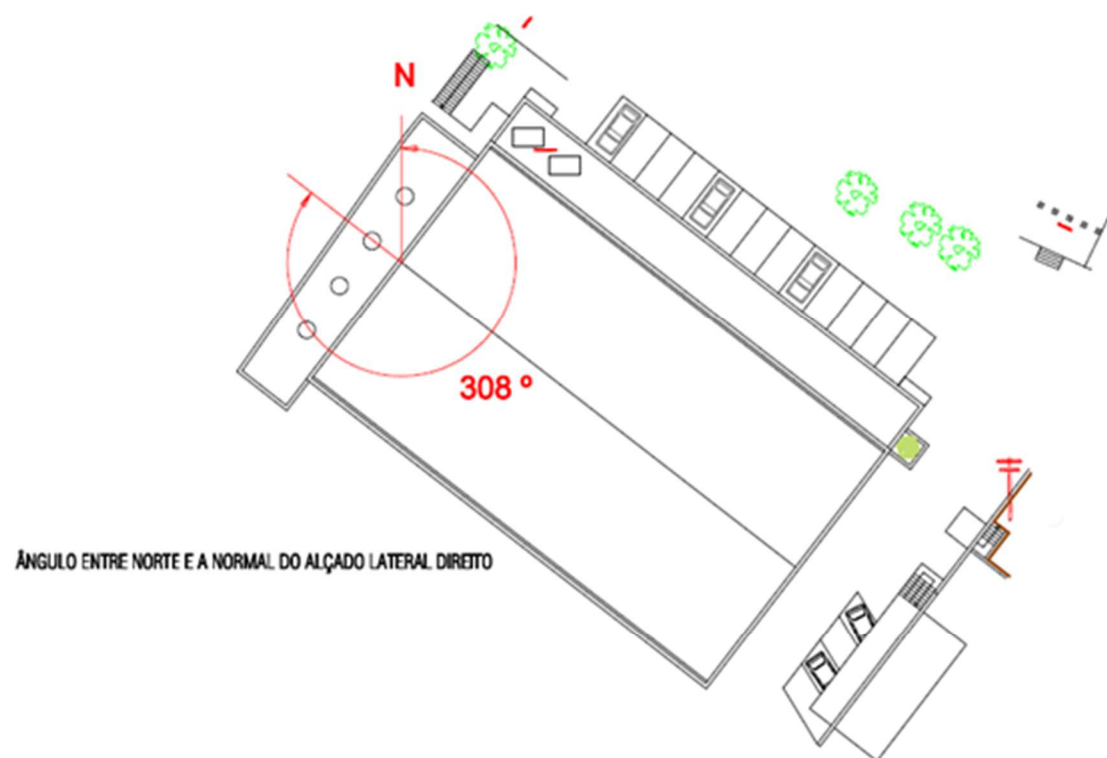
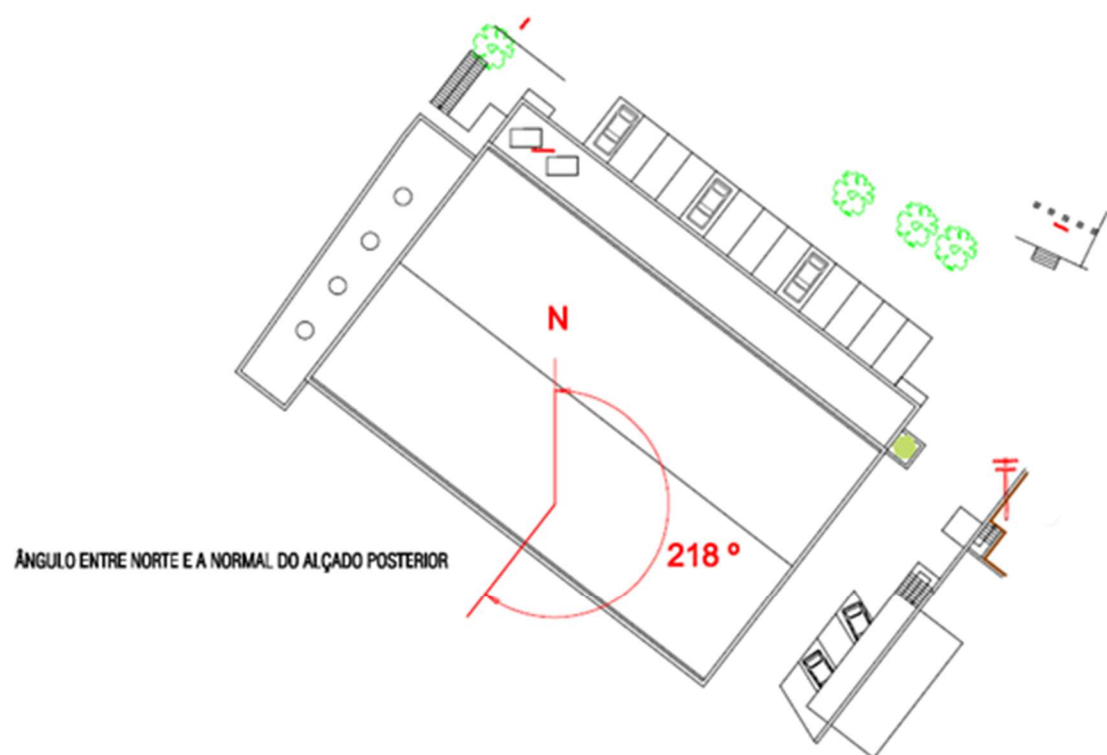


ÂNGULO ENTRE NORTE E A NORMAL DO ALÇADO PRINCIPAL



ÂNGULO ENTRE NORTE E A NORMAL DO ALÇADO LATERAL ESQUERDO





**ANEXO V – PROPOSTA PARA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA DO  
GIMNODESPORTIVO E PROJETO DE PREPARAÇÃO (TRANSVIGA)**





SEDE: Rua Parque Industrial, n.º 126. Sta. Marta. 4720-536 Lago – Amares T. 253 322 188 F. 253 322 190

DELEGAÇÃO: Avenida Gago Coutinho. Portela de Sintra – Apartado 212. 2710-418 Sintra

FÁBRICA: Rua Água Todo-o-Ano. Apartado 100. 7400-909 Ponte de Sor T. 242 295 175 F. 242 295 190

E-mails: [transviga@gmail.com](mailto:transviga@gmail.com); [pedro.rezende.transviga@gmail.com](mailto:pedro.rezende.transviga@gmail.com)

PAVIMENTOS  
COBERTURAS  
ESTRUTURAS  
PAVILHÕES

Exmos. Senhores,

**Centro Cult. Rec. Desp. S. Vicente de Irivo**  
**Rua da Agra**  
**Irivo**  
**4560-173 Irivo Penafiel**

Data: 18 de outubro de 2017

ORÇAMENTO N.º	1620/01
---------------	---------

Exmos. Senhores,

Agradecemos a V/consulta e abaixo indicamos as condições para a N/ proposta de fornecimento, conforme desenhos anexos.

**PROPOSTA DE FORNECIMENTO:**

1. OBJECTO: a presente proposta refere-se ao fornecimento, transporte e montagem de uma estrutura pré-fabricada em betão com as seguintes dimensões,

Estrutura:

Pavilhão Gimnodesportivo - 1 x 24.59 x 41.20 x 7.50

1 x 4.48 x 41.20 x 6.47

1 x 5.95/4.89 x 25.85 x 3.11

Edifício das Bandeiras - 1 x 3.70/3.10 x 9.74 x 3.46

Edifício da Assembleia - 1 x 6.70 x 11.70 x 6.55, a levar a efeito em Irivo – Penafiel.

2. MATERIAIS A FORNECER:

Pavilhão Gimnodesportivo

Estrutura:

59 Pilares, 26 Vigas de travamento, 46 Vigas de piso, 518m<sup>2</sup> de Lajes alveolares, 10 Vigas de bancada, 40 Degraus de bancada (161.20ml), 14 Degraus de passagem com 1.20ml, 7 Vigas de secção variável, 8 Vigas fileira, 8 Vãos de madres metálicas (128unid), 10 Painéis pré-fabricados em betão no revestimento frontal da bancada, 13 Muros pré-fabricados em betão, 5 Lajes de cobertura (túnel), 1005m<sup>2</sup> de Paineis sandwich com 40mm de espessura, 82,40ml de Algeroz duplo (composto por chapa superior galvanizada, núcleo em lã de rocha e chapa inferior lacada) e revestimento interior das platibandas.

Revestimento exterior:

123 Painéis pré-fabricados em betão com 12cm de espessura no revestimento exterior do edifício (1333,50m<sup>2</sup>)

Edifício das bandeiras

4 Pilares, 4 Vigas platibanda, 30m<sup>2</sup> de Laje alveolar e 8 Painéis pré-fabricados em betão com 12 cm de espessura (97,70m<sup>2</sup>).



SEDE: Rua Parque Industrial, n.º 126. Sta. Marta. 4720-536 Lago – Amares T. 253 322 188 F. 253 322 190

DELEGAÇÃO: Avenida Gago Coutinho. Portela de Sintra – Apartado 212. 2710-418 Sintra

FÁBRICA: Rua Água Todo-o-Ano. Apartado 100. 7400-909 Ponte de Sor T. 242 295 175 F. 242 295 190

E-mails: [transviga@gmail.com](mailto:transviga@gmail.com); [pedro.resende.transviga@gmail.com](mailto:pedro.resende.transviga@gmail.com)

PAVIMENTOS  
COBERTURAS  
ESTRUTURAS  
PAVILHÕES

#### Edifício da Assembleia

4 Pilares, 8 Vigas platibanda, 78 m2 de Laje alveolar, 1 Vão de madres metálicas (10unid), 83m2 de Pannel sandwich com 40mm de espessura, 14ml de Algeroz duplo (composto por chapa superior galvanizada, núcleo em lã de rocha e chapa inferior lacada) e remates das platibandas.

### 3. PREÇO

#### Pavilhão Gimnodesportivo

Estrutura:

Euros: 204.000,00 € (Duzentos e Quatro Mil Euros).

Revestimento exterior:

Euros: 75.200,00 € (Setenta e Cinco Mil e Duzentos Euros).

#### Edifício das bandeiras

Euros: 9.200,00 € (Nove Mil e Duzentos Euros).

#### Edifício da Assembleia

Euros: 29.600,00 € (Vinte e Nove Mil e Seiscentos Euros).

### 4. IVA: Não incluído

### 5. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO: A combinar no ato da adjudicação.

### 6. INÍCIO DOS TRABALHOS: A combinar no ato da adjudicação.

### 7. CONDIÇÕES GERAIS: Fazem parte integrante desta proposta as Condições gerais aplicáveis.

### 8. VALIDADE DA PROPOSTA: 15 dias.

### 9. ANEXOS: Condições gerais e Desenhos nº 1 a 8.

Na expectativa das V/ prezadas notícias, subscrevemo-nos com elevada estima e consideração.

De V. Exas.,

ATENTAMENTE

  
(Pedro Resende, Eng.º)

CENTRO CULT. REC. DESP. S. VICENTE DE IRIVO				
IRIVO - PENAFIEL				
Processo nº 1620/01				18/10/2018
Designação	Peças PF	Quant	Valor Unit.	Valor Final
Tunel	Muros	65m2	127,26 €	8 300,00 €
Tunel	Lajes	37m2	136,39 €	5 000,00 €
				13 300,00 €
Bancada	Pilares	12unid	183,33 €	2 200,00 €
Bancada	Vigas de travamento	10unid	155,00 €	1 550,00 €
Bancada	Vigas de bancada	10unid	416,00 €	4 160,00 €
Bancada	Degraus / Degraus dp	40unid	377,50 €	15 100,00 €
Bancada	Paineis	67m2	68,16 €	4 600,00 €
				27 610,00 €
Ed. Gimnod	Pilares	47unid	782,98 €	36 800,00 €
Ed. Gimnod	Vigas de travamento	16unid	365,63 €	5 850,00 €
Ed. Gimnod	Vigas de piso	46unid	554,35 €	25 500,00 €
Ed. Gimnod	Lajes alveolares	626m2	37,22 €	23 300,00 €
Ed. Gimnod	Vigas de secção variável	7unid	3 584,29 €	25 090,00 €
Ed. Gimnod	Vigas de fileira	8unid	168,75 €	1 350,00 €
Ed. Gimnod	Madres em betão	128unid	103,13 €	13 200,00 €
Ed. Gimnod	Painel/algeros e remates	1 005m2	31,84 €	32 000,00 €
				163 090,00 €
Revestimentos	paineis de betão	1 333m2	56,41 €	75 200,00 €
			Total	279 200,00 €





SEDE: Rua Parque Industrial, n.º 126. Sta. Marta. 4720-536 Lago – Amares T. 253 322 188 F. 253 322 190

DELEGAÇÃO: Avenida Gago Coutinho. Portela de Sintra – Apartado 212. 2710-418 Sintra

FÁBRICA: Rua Água Todo-o-Ano. Apartado 100. 7400-909 Ponte de Sor T. 242 295 175 F. 242 295 190

E-mails: [transviga@gmail.com](mailto:transviga@gmail.com); [pedro.resende.transviga@gmail.com](mailto:pedro.resende.transviga@gmail.com)

PAVIMENTOS  
COBERTURAS  
ESTRUTURAS  
PAVILHÕES

## CONDIÇÕES GERAIS

As presentes condições gerais de fornecimento, salvo indicações devidamente expressas, são válidas para todas as nossas propostas

### TERRENO E FUNDAÇÕES

Os desenhos presentes nesta proposta não são válidos para execução.

O acesso ao local e o terreno da obra deverão estar devidamente preparados de modo a permitir, em quaisquer condições climáticas, a circulação do nosso equipamento de montagem e transportes especiais.

A execução das fundações será de conta do cliente, de acordo com o projecto das fundações previamente fornecido, no entanto, o dimensionamento das sapatas deverá ser revisto caso o técnico responsável pela execução da obra verifique que a tensão admissível do solo seja inferior à considerada no projecto.

### FORNECIMENTO E MONTAGEM

A guarda do material / equipamento na obra é da responsabilidade do cliente.

O fornecimento de água e energia eléctrica (se necessário) na obra para o desenrolar da montagem é de conta do cliente.

As peças pré-fabricadas terão o aspecto dado pelos moldes.

A direcção de montagem das nossas estruturas pré-fabricadas é da responsabilidade dos nossos técnicos. A interferência de pessoas estranhas fará cessar a nossa responsabilidade.

Salvo indicação em contrário, a grua considerada para a montagem da estrutura terá capacidade de 30 Ton., e caso se verifique a necessidade de capacidade superior, as condições de utilização serão objecto de informação na nossa proposta.

É da nossa responsabilidade a elaboração de todos os cálculos e desenhos relativos ao nosso fornecimento acompanhados da declaração nos termos do nº 1 do Artigo 10º do Decreto-Lei nº 555/99 de 16 de Dezembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 177/01 de 04 de Junho e pelo Decreto-Lei nº. 60/2007 de 04 de Setembro, para efeitos de Licenciamento Municipal.

### PRAZOS DE ENTREGA E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

O prazo de entrega confirmado no acto da adjudicação é válido salvo casos de força maior tais como:

- Falta de materiais, fornecimento por terceiros, paralisação de serviços de transportes por greves ou causas similares, desastres graves, razões de saúde pública, inutilização de peças no decurso da montagem, etc.,

Os atrasos do prazo de entrega justificados pela alínea anterior não dão direito a qualquer indemnização nem à anulação da adjudicação.

No caso de atraso de montagens por razões que nos sejam estranhas, a facturação processar-se-á de acordo com o material fabricado existente em parque na nossa fábrica.

### TRABALHOS E FORNECIMENTO EXCLUÍDOS DA PROPOSTA

Execução de algeroz, tubos de queda, redes de água, ar e energia.

Pavimentos e muretes.

Calxilharias, pinturas e arranjos exteriores.

Execução de lajes.

Grua de capacidade superior à contemplada na proposta, que por motivos supervenientes, não nos permitem a execução dos trabalhos em boas condições de segurança.

Responsabilidades técnicas sobre trabalhos que não sejam do nosso fornecimento e montagem.

Licenciamento e multas.

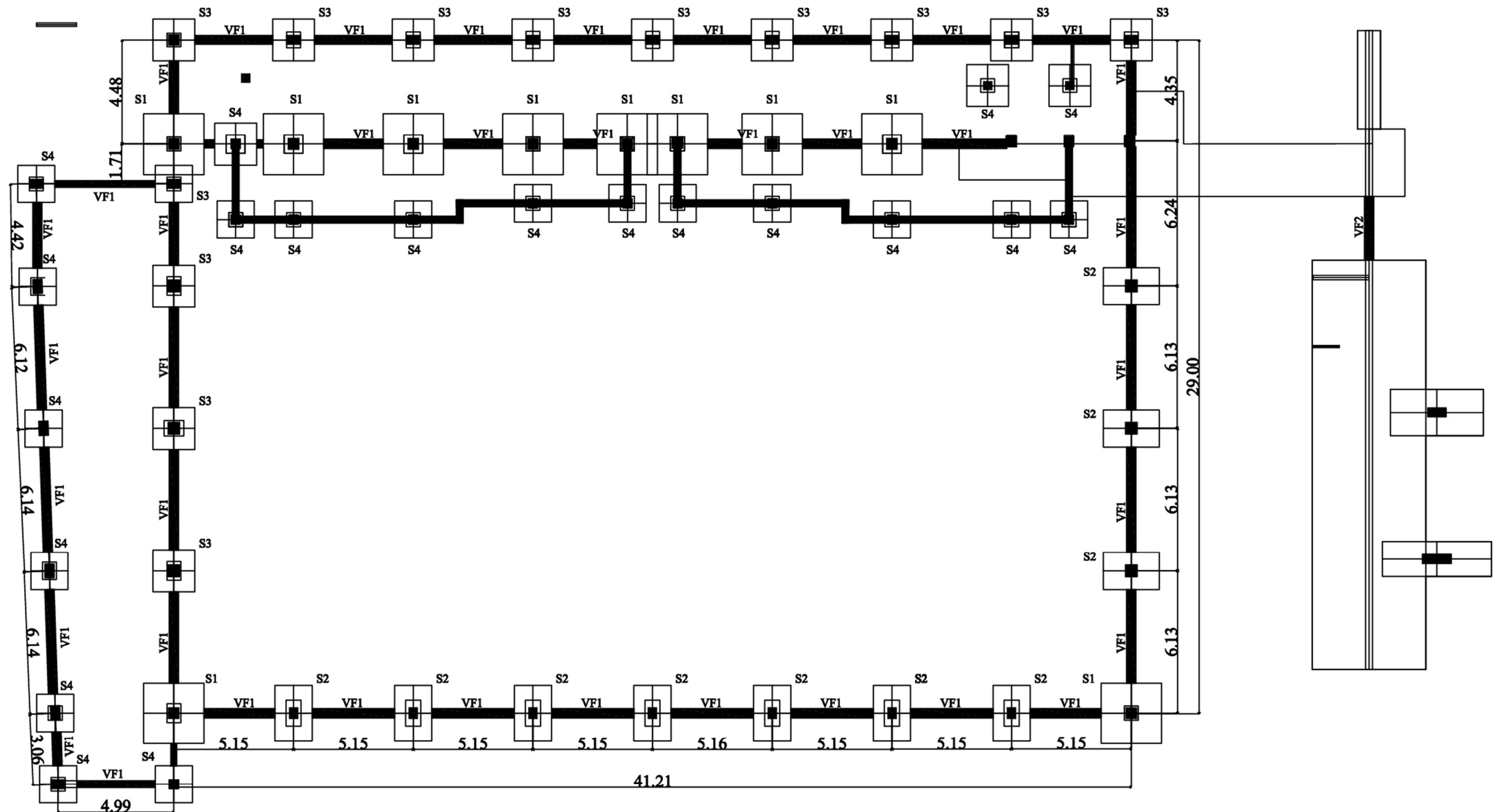
### REVISÃO DOS PREÇOS

De acordo com a Lei em vigor.

### FORO


Para resolução de qualquer Litígio emergente da Adjudicação é escolhido o foro da Comarca de Amares, com exclusão de qualquer outro.

# PLANTA DE FUNDAÇÕES

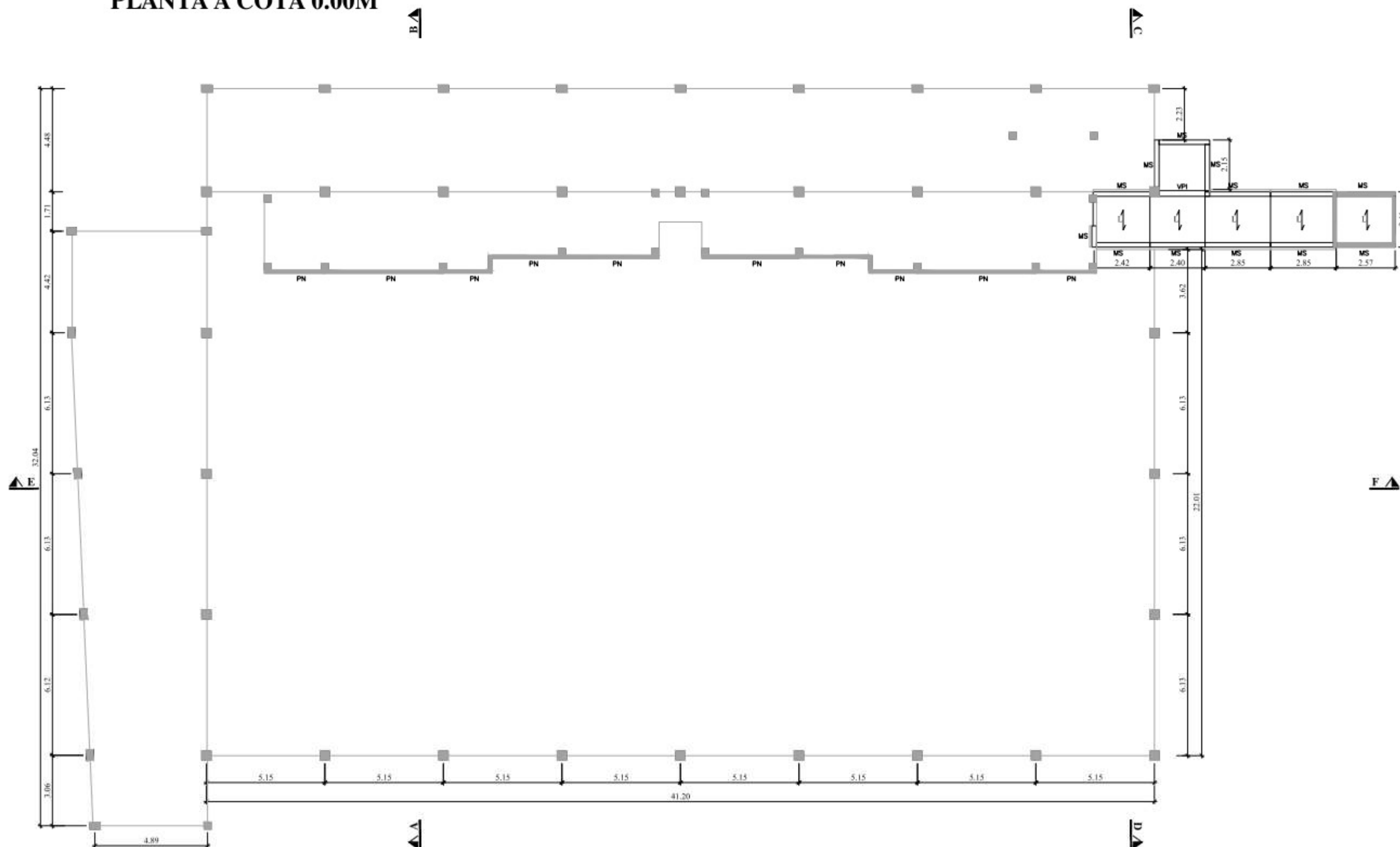


## LEGENDA:

S = SAPATA  
VF = VIGA DE FUNDAÇÃO

 <small>INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO</small>	NOME: CCRDS VIRIVO		PROCESSO:	
	LOCAL: RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		FABR:	
	DESENHADOR:		DATA: OUT. 2018	ESCALA: 1/200
	VERIFICADOR:		PLANTA DE FUNDAÇÕES	
APROVADOR:		DESENHADOR:		00

# PLANTA À COTA 0.00M



## LEGENDA

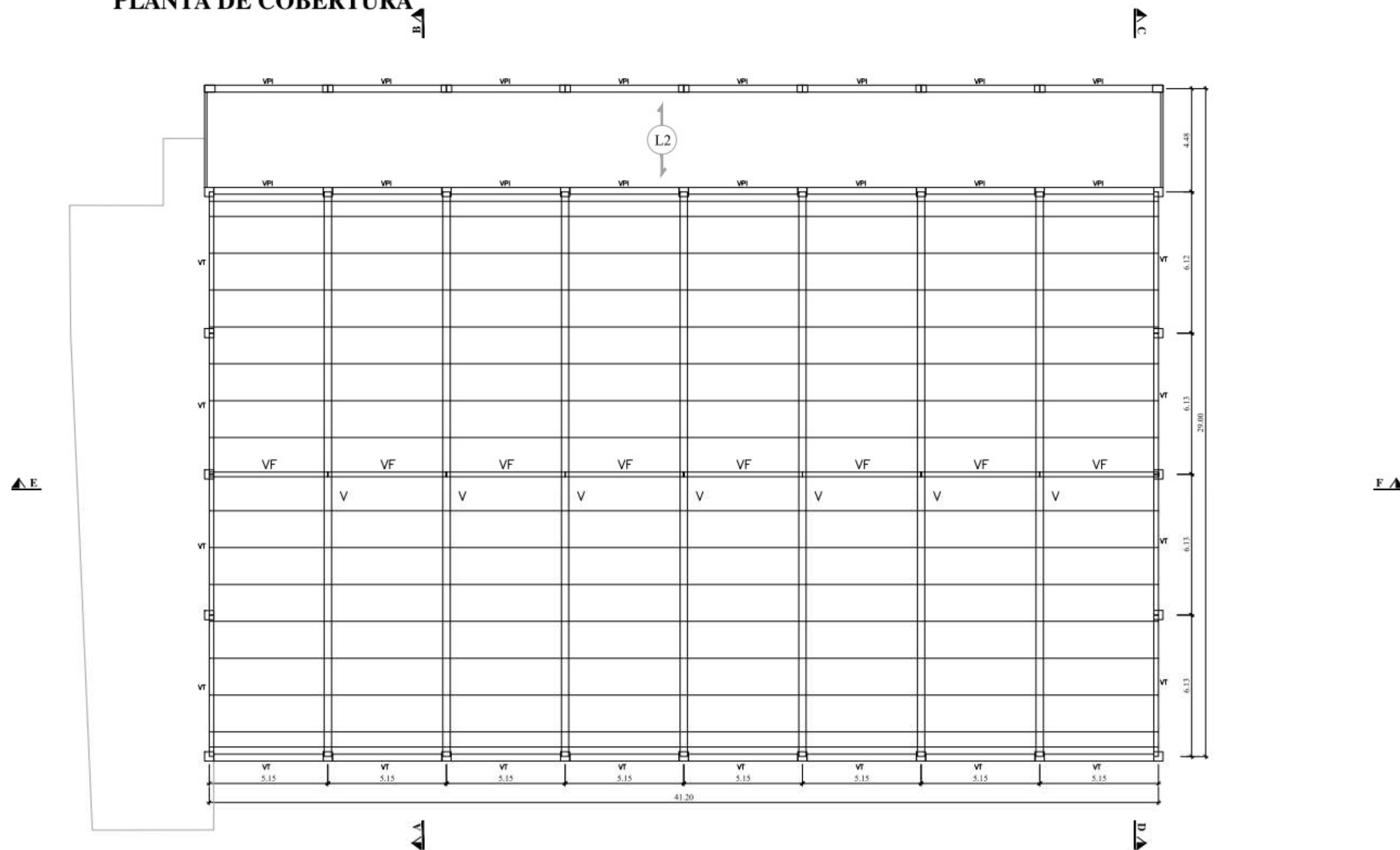
MS = MURO PRÉ-FABRICADO ( TUNEL)  
L = LAJE PRÉ-FABRICADA (TUNEL)  
■ = PILAR  
PN = PAINEL

 <b>TRANSVIGA</b> <small>Pro-fabricados de betão, Lda</small> <small>Fabrica: Ponte de São</small> <small>Tel: 242 295 175</small> <small>Fax: 242 295 190</small> <small>transviga@gmail.com</small>	Nome :	CENTRO CULT. REC. DESPORTIVO S. VICENTE DE IRIVO		Processo :	1620/01
	Local :	RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		Fase :	ORÇAMENTO
	Desenhou :	Data :	12/10/2017	Revisão :	00
	Verificou :	Designação :	PLANTA À COTA 0.00		
	Aprovou :				Des. nº

01

E proibida a reprodução desta peça desenhada

# PLANTA DE COBERTURA



## LEGENDA

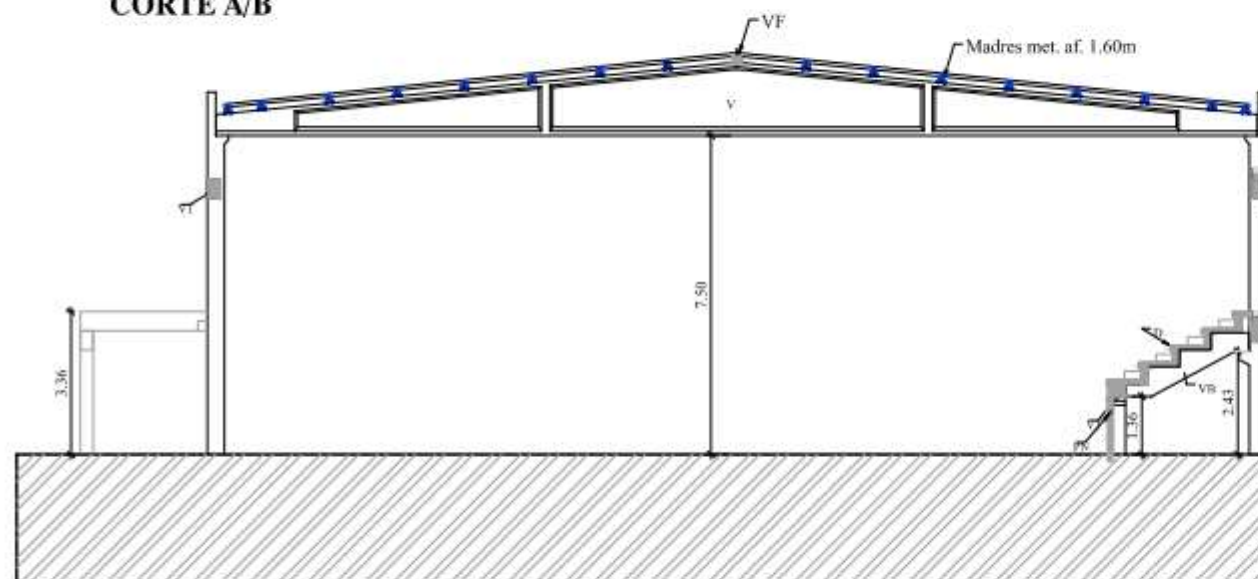
VPI = VIGA DE PISO  
 L2 = LAJE PARA 2 KN/m2  
 V = VIGA DE SECÇÃO VARIÁVEL  
 VT = VIGA DE TRAVAMENTO  
 VF = VIGA DE FILEIRA  
 ■ = PILAR

 <p><b>TRANSVIGA</b>          Pré-fabricados de betão, Lda          Fabrica: Ponte de Sôr          Tel: 242 295 175          Fax: 242 295 190          transviga@gmail.com</p>	Nome :	CENTRO CULT. REC. DESPORTIVO S. VICENTE DE IRIVO		Processo :	1620/01
	Local :	RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		Fase :	ORÇAMENTO
	Desenhou :	Data :	12/10/2017	Revisão :	00
	Verificou :	Designação :		Escala :	S/ESCALA
	Aprovou :	PLANTA DE COBERTURA		Des. nº	03

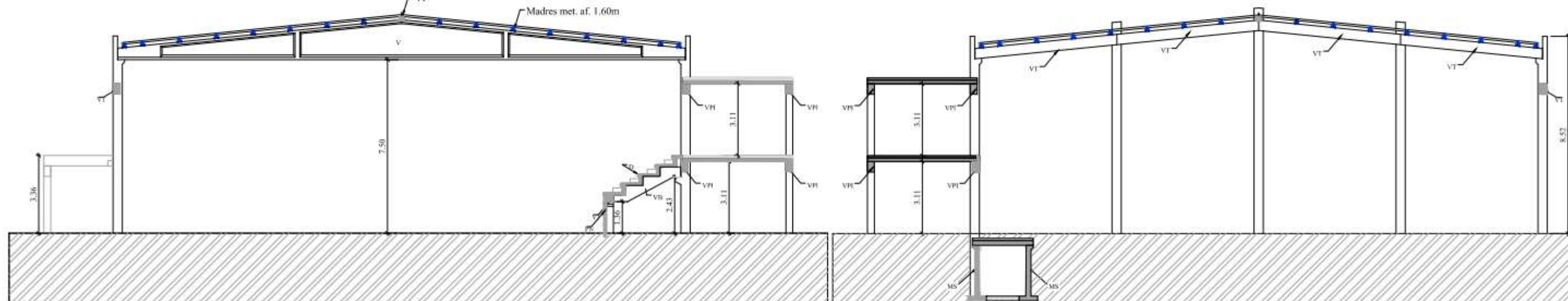
E proibida a reprodução desta peça desenhada



CORTE A/B

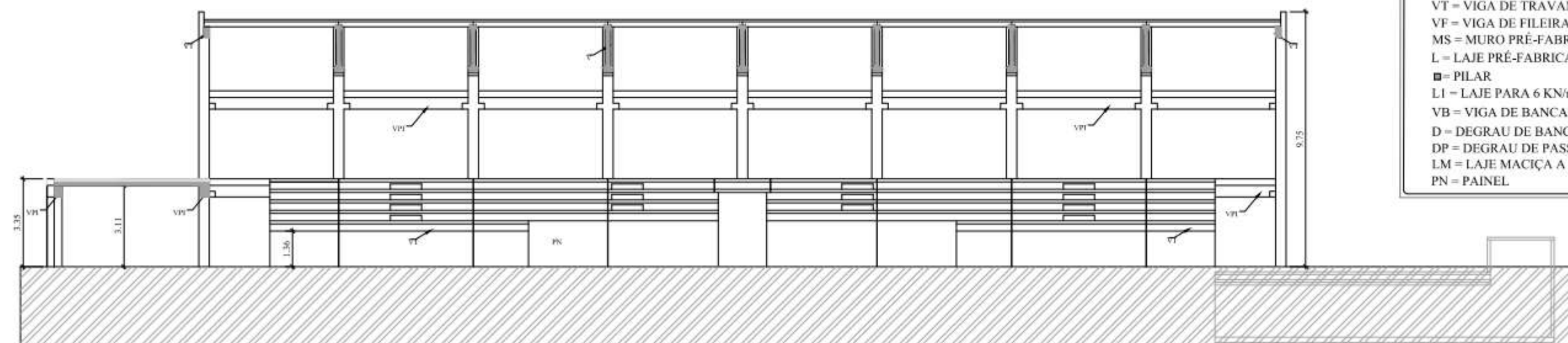


CORTE C/D



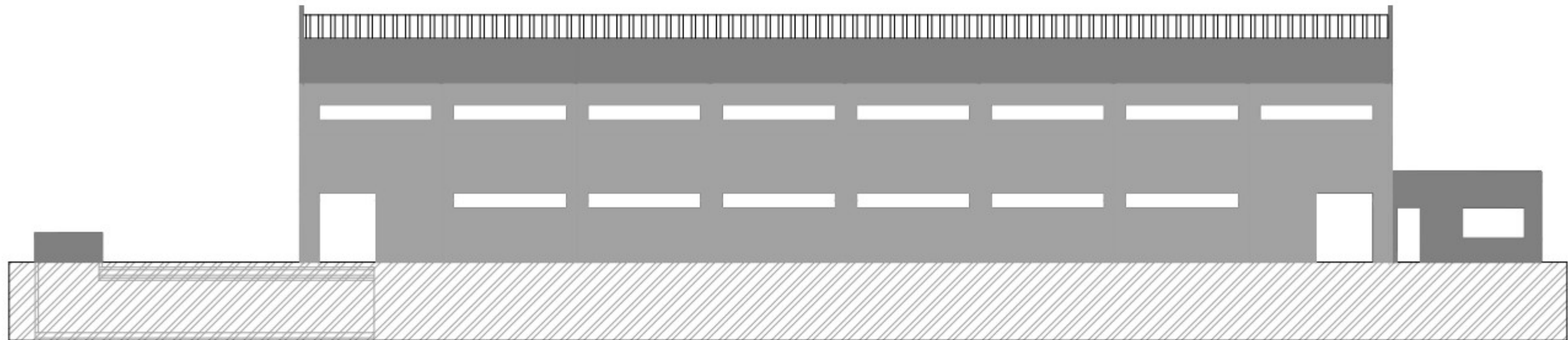
## LEGENDA

- VPI = VIGA DE PISO  
 L2 = LAJE PARA 2 KN/m<sup>2</sup>  
 V = VIGA DE SECÇÃO VARIÁVEL  
 VT = VIGA DE TRAVAMENTO  
 VF = VIGA DE FILEIRA  
 MS = MURO PRÉ-FABRICADO ( TUNEL)  
 L = LAJE PRÉ-FABRICADA (TUNEL)  
 ■ = PILAR  
 L1 = LAJE PARA 6 KN/m<sup>2</sup>  
 VB = VIGA DE BANCADA  
 D = DEGRAU DE BANCADA  
 DP = DEGRAU DE PASSAGEM  
 LM = LAJE MACIÇA A EXECUTAR PELO CLIENTE  
 PN = PAINEL



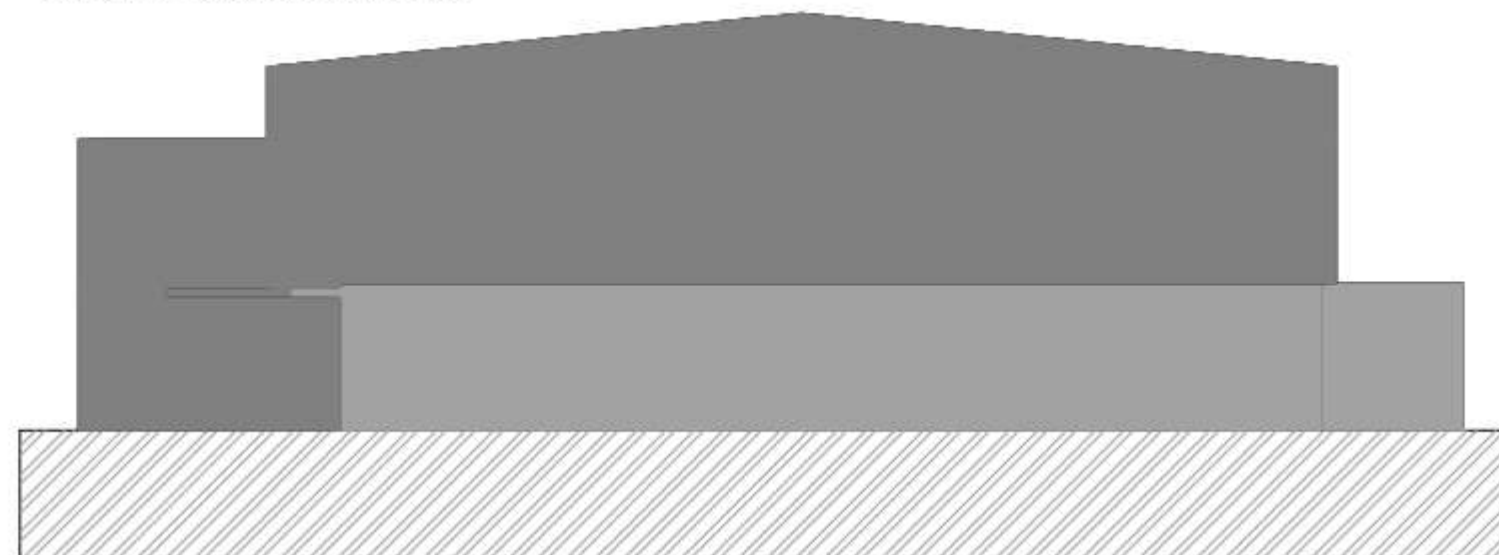
 <b>TRANSVIGA</b> Pré-fabricados de betão, Lda Fabrica: Ponte de Sôr Tel: 242 295 175 Fax: 242 295 190 transviga@gmail.com	Nome :	CENTRO CULT. REC. DESPORTIVO S. VICENTE DE IRIVO		Processo :	1620/01
	Local :	RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		Fase :	ORÇAMENTO
	Desenhou :	Data :	12/10/2017	Revisão :	00
	Verificou :	Designação :	CORTES		
	Aprovou :				Des. nº

### ALÇADO PRINCIPAL



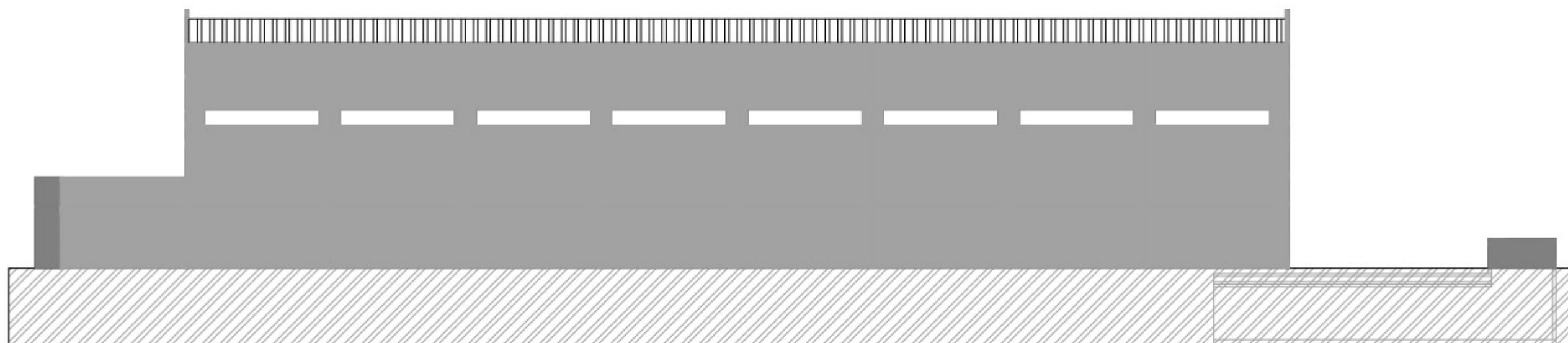
PAINEIS PRÉ-FABRICADOS EM BETÃO COM 12CM DE ESPESSURA

### ALÇADO LATERAL DIREITO



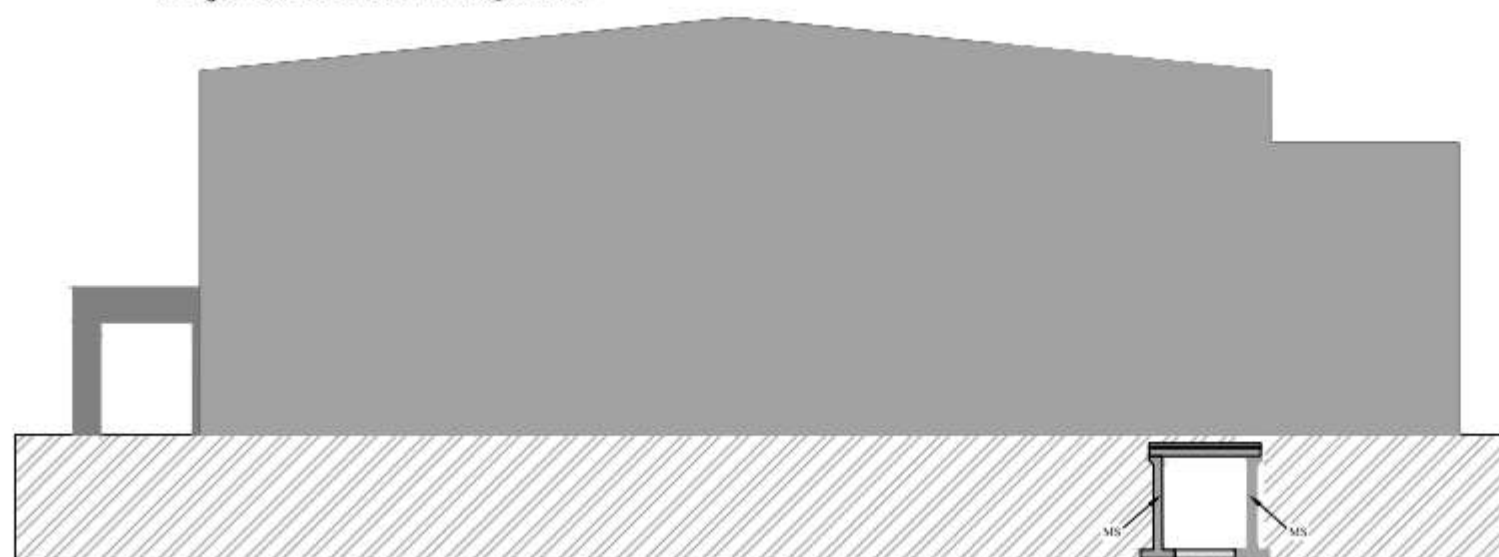
	Nome : CENTRO CULT. REC. DESPORTIVO S. VICENTE DE IRIVO		Processo : 1620/01
	Local : RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		Fase : ORÇAMENTO
	Desenhou :	Data : 12/10/2017	Revisão : 00
	Verificou :	Designação : ALÇADOS	
	Aprovou :	Des. nº 05	

### ALÇADO POSTERIOR



PAINEIS PRÉ-FABRICADOS EM BETÃO COM 12CM DE ESPESSURA

### ALÇADO LATERAL ESQUERO



 <b>TRANSVIGA</b> <small>Pre-fabricados de betão, Lda</small> <small>Fabrica: Ponte de Sôr</small> <small>Tel: 242 295 175</small> <small>Fax: 242 295 190</small> <small>transviga@gmail.com</small>	Nome : CENTRO CULT. REC. DESPORTIVO S. VICENTE DE IRIVO		Processo : 1620/01	
	Local : RUA DA AGRA - IRIVO - PENAFIEL		Fase : ORÇAMENTO	
	Desenhou :	Data : 12/10/2017	Revisão : 00	Escala : 5/ESCALA
	Verificou :	Designação : ALÇADOS		Des. nº
	Aprovou :			<b>06</b>

E proibida a reprodução desta peça desenhada

## **ANEXO VI – MEDIÇÕES DA SOLUÇÃO ADOTADA**







## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
<b>Solução A - Túnel</b>					
	<b><u>RESUMO</u></b>				
	<b>BETÃO ARMADO</b>				
	1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS				
	2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES				
	3 BETÃO ARMADO				
	4 IMPERMEABILIZAÇÃO				
	5 DIVERSOS				
	<b>1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>				
	1.1 ESTALEIRO				
	1.1.1 Montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro incluindo vedações e todas as infra-estruturas necessárias para a execução da Obra, equipamentos e mão-de-obra.	vg	1,00		
	<b>2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES</b>				
	2.1 TERRAPLANAGENS				
	2.1.1 Desmatação, decapagem e modelação do terreno existente por meios mecânicos, manuais ou recorrendo a outros meios julgados necessários, incluindo carga, transporte e descarga de terras sobantes a vazadouro licenciado situado fora dos limites da obra e da responsabilidade do adjudicatário.	m2	214,40		
	2.1.2 Escavação geral em terreno de qualquer natureza por meios mecânicos, manuais ou recorrendo a outros meios julgados necessários, incluindo reposição, carga, transporte e descarga de terras sobantes a vazadouro licenciado situado fora dos limites da obra e da responsabilidade do adjudicatário. Inclui a bombagem provisória necessária à realização da obra. O custo da montagem, operação e desmontagem do sistema de bombagem deve estar diluído nos custos unitários dos trabalhos de escavação.	m3	332,63		
	2.1.3 Escavação na abertura de caboucos para fundações de paredes, em terra compacta ou saibro, incluindo carga, transporte e descarga de sobantes a vazadouro.	m3	47,90		
	2.1.3.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS	m3	167,38		
	2.1.4 Transporte a vazadouro de produtos provenientes de escavação, em local de depósito definitivo ou vazadouro autorizado.	m3	213,16		
	2.1.5 Aterro junto a elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, transporte, espalhamento e compactação.	m3	6,99		
	<b>3 BETÃO ARMADO</b>				
	3.1 FUNDAÇÕES				
	3.1.1 Colocação de camada de 0,10m de espessura de betão de limpeza e regularização, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão normal "cinzento" C12/15, X0 CL1,0, S3 e todos os trabalhos, materiais, equipamento e execução de acordo com o projecto.	m3	6,99		



## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
3.1.2	Execução de SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto. Com uma densidade de armadura de 56,69 kg/m3.	m3	29,94		
3.2	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO				
3.2.1	Execução de PAREDES DE CONTENÇÃO em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto. Com uma densidade de armadura de 36,94 kg/m3.	m3	29,46		
3.2.2	Execução de LAJES MACIÇAS em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto. Com uma densidade de armadura de 54,37 kg/m3.	m3	8,58		
3.2.3	Execução de LAJES DE ESCADA em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto. Com uma densidade de armadura de 58,20 kg/m3.	m3	2,20		
3.3	PAVIMENTO TÉRREO				
3.3.1	Execução de LAJE DE PAVIMENTO TÉRREO com espessura de 0,30 m, sendo 0,20 m de tout-venant e 0,10 m de betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C25/30, XC2(P), CL0,4, S3, D20mm, película em PVC; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de rede electrossoldada AQ50 em aço A500EL e todos os trabalhos, nomeadamente juntas de construção e retracção, selagem de juntas, materiais e execução de acordo com o projecto.	m2	28,92		
4	IMPERMEABILIZAÇÃO				
4.1	Fornecimento e aplicação de pintura com duas demãos cruzadas de "FLINTKOTE" nos elementos de fundação em contacto com o terreno, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares necessários à boa execução da obra.	m2	92,89		



## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
4.2	Fornecimento e execução de sistema de impermeabilização tipo "Imperialum" primário betuminoso tipo "Imperkote F", uma membrana de betume modificado APP (sobreposta, com o mínimo de 10 cm), com 4 kg/m² com armadura de poliéster com 150 gr/m², protegida a polietileno tipo Polyster 40, incluindo dobras nas fundações e forra integral dos elementos estruturais (paredes e lajes) em contacto com o terreno, de acordo com os pormenores do projecto e as especificações do Caderno de Encargos.  Nota: O preço deverá incluir a execução de 1/2 cana na ligação pelo extradorso das paredes com as fundações executada com argamassa ao traço 1:2 hidrófuga. A medição executada foi realizado no plano horizontal, sendo que a cotação fornecida deverá incluir todos os remates e dobras necessárias.				
	Paredes				
	Lajes	m2	137,93		
4.3	Execução de impermeabilização de paredes enterradas, composta por tela drenante do tipo "AGUADRAIN GEO" ou equivalente, com geotextil, incluindo Geodreno de fundo, gravilha e brita de envolvimento e manta de geotextil, movimento de terras, ligação ao poço de drenagem de águas pluviais a construir, assim como todos os trabalhos e fornecimentos necessários a um perfeito acabamento, tudo de acordo com as indicações das peças escritas e desenhadas do projecto.				
		m2	108,14		
<b>5 DIVERSOS</b>					
5.1	Fornecimento e aplicação de camada de betão betuminoso AC14 10/20, com 5cm de espessura na laje do túnel, incluindo compactação e aplicação de manta geotextil para protecção da membrana asfáltica	m2	29,79		
5.2	Construção de poço de drenagem de águas pluviais em anéis prefabricados de betão, com dimensões ø1,00m x 2,00m com o fundo em lajeado de betão armado e cone excêntrico à superfície para a aplicação da tampa de acesso em FFD B125, impermeabilização com argamassa hidrófuga de cimento e areia ao traço 1:2 queimada à colher, incluindo movimentos de terras e execução de passa-muros, para futura colocação de boias, sensores de nível, válvulas de seccionamento e de retenção a aplicar aquando do fornecimento de grupo submersível.	vg	1,00		
5.3	Limpeza final da Obra.	vg	1,00		
			<b>Total Túnel Modelo A</b>		



### Mapa de Quantidades



Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
<b>Solução A - Edifício Administrativo</b>					
	<b><u>RESUMO</u></b>				
	<b>BETÃO ARMADO</b>				
	1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS				
	2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES				
	3 BETÃO ARMADO				
	4 IMPERMEABILIZAÇÃO				
	5 DIVERSOS				
	<b>1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>				
	1.1 ESTALEIRO				
	1.1.1 Montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro incluindo vedações e todas as infra-estruturas necessárias para a execução da Obra, equipamentos e mão-de-obra.	vg	1,00		
	1.2 DEMOLIÇÕES				
	1.2.1 Execução de demolição de todos os elementos existentes que não sejam integrados na solução proposta, nomeadamente o edifício dos balneários existentes e muros limitrofes aos mesmos e todos os elementos/infra estruturas a estes associados. Esta demolição implica o integral cumprimento do plano de gestão resíduos.	m3	140,58		
	<b>2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES</b>				
	2.1 TERRAPLANAGENS				
	2.1.1 Modelação do terreno existente por meios mecânicos, manuais ou recorrendo a outros meios julgados necessários, incluindo carga, transporte e descarga de terras sobranes a vazadouro licenciado situado fora dos limites da obra e da responsabilidade do adjudicatário.	m2	226,00		
	2.1.2 Escavação na abertura de caboucos para fundações de paredes, em terra compacta ou saibro, incluindo carga, transporte e descarga de sobranes a vazadouro.				
	2.1.2.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	2.1.2.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	2.1.2.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	80,68		
	2.1.4 Transporte a vazadouro de produtos provenientes de escavação, em local de depósito definitivo ou vazadouro autorizado.	m3	46,31		
	2.1.5 Aterro junto a elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, transporte, espalhamento e compactação.	m3	38,80		
	<b>3 BETÃO ARMADO</b>				
	3.1 FUNDAÇÕES				
	3.1.1 Colocação de camada de 0,10m de espessura de betão de limpeza e regularização, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão normal "cinzento" C12/15, X0 CL1,0, S3 e todos os trabalhos, materiais, equipamento e execução de acordo com o projecto.	m3	6,94		
	3.1.2 Execução de fundações em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.				
	3.1.2.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	3.1.2.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	3.1.2.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	40,35		



## Mapa de Quantidades

### Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
3.2	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO				
3.2.1	Execução de PAREDE DE SUPORTE em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	32,26		
3.2.2	Execução de PAREDES EXTERIORES em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	15,83		
	parede de apoio patamar escada	m3	15,83		
3.2.3	Execução de PILARES em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	1,04		
3.2.4	Execução de LAJES MACIÇAS em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	42,00		
3.2.5	Execução de LAJES DE ESCADA em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	1,71		
4	IMPERMEABILIZAÇÃO				
4.1	Fornecimento e aplicação de pintura com duas demãos cruzadas de "FLINTKOTE" nos elementos de fundação em contacto com o terreno, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares necessários à boa execução da obra.				
4.1.1	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
4.1.2	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
4.1.3	Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m2	122,39		
5	DIVERSOS				

### Mapa de Quantidades



Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
5.1	Execução de parede de interior em alvenaria de tijolo vazado de 11cm de espessura, sendo implantadas de acordo com o definido em planta e assentes de acordo com o previsto no sistema fornecido pelo fornecedor e de acordo os pormenores e alinhamentos definidos pelos diferentes desenhos de arquitectura.	m2	17,34		
5.2	Fornecimento e execução de isolamento térmico das paredes exteriores com recurso ao sistema ETICS, através do sistema Weber.Therm Extra da Weber, constituído por placas de poliestireno extrudido XPS com 60mm de espessura mínima, fixo ao plano de alicação por meio de colagem e fixação mecânica em 5 pontos, sendo posteriormente recoberto por um reboco delgado armado com fibra de vidro do tipo Weber.therm Rede Normal, sobre o qual será aplicado o primário de regularização Weber.prim regulador, sendo posterior aplicado o acabamento final colorido Weber.Plast Decor nas referencias constantes no mapa de acabamentos e no caderno de encargos. Neste artigo deverão ainda incluir-se todos os perfis de remate, reforço, arranque e de acabamento previstos pelo sistema Weber.therm.				
5.2.1	em PAREDES EXTERIORES				
5.2.2	em TETO EXTERIOR	m2	189,65		
5.3	Fornecimento e aplicação de isolamento térmico com placas de Floormate de 80 mm de espessura e revestimento das palas com chapa de zinco nº 12 em sistema tipo Camarinha, incluindo tela de base e todos os remates necessários a uma perfeita vedação.	m2	84,00		
5.4	Limpeza final da Obra.	vg	1,00		
			<b>Total Edif. Admin. Modelo A</b>		





## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
<b>Solução A - Edifício Gimnodesportivo</b>					
	<b><u>RESUMO</u></b>				
	<b>BETÃO ARMADO</b>				
	1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS				
	2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES				
	3 BETÃO ARMADO				
	4 IMPERMEABILIZAÇÃO				
	5 DIVERSOS				
	<b>1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>				
	1.1 ESTALEIRO				
	1.1.1 Montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro incluindo vedações e todas as infra-estruturas necessárias para a execução da Obra, equipamentos e mão-de-obra.	vg	1,00		
	1.1.2 Abate ou derrube de árvores com mais de 0,10 m de diâmetro determinado a 1,20 m do solo, incluindo desenraizamento, limpeza de toda a área de intervenção e transporte a vazadouro dos produtos sobrantes.	un	11,00		
	1.2 DEMOLIÇÕES				
	1.2.1 Execução de demolição de todos os elementos existentes que não sejam integrados na solução proposta, nomeadamente o pavimento do ringue existente e os muretes que delimitam o mesmo e todos os elementos/infra estruturas a este associados, nomeadamente postes de iluminação. Esta demolição implica o integral cumprimento do plano de gestão resíduos.	m3	198,57		
	<b>2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES</b>				
	2.1 TERRAPLANAGENS				
	2.1.1 Modelação do terreno e levantamento de calçada em cubos de granito existente por meios mecânicos, manuais ou recorrendo a outros meios julgados necessários, incluindo carga, transporte e descarga de terras sobrantes a vazadouro licenciado situado fora dos limites da obra e da responsabilidade do adjudicatário.	terreno calçada	m2	669,47	
	2.1.2 Escavação na abertura de caboucos para fundações de paredes e pilares, em terra compacta ou saibro, incluindo carga, transporte e descarga de sobrantes a vazadouro.				
	2.1.2.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	2.1.2.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	2.1.2.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	275,72		
	2.1.3 Transporte a vazadouro de produtos provenientes de escavação, em local de depósito definitivo ou vazadouro autorizado.	m3	155,90		
	2.1.4 Aterro junto a elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, transporte, espalhamento e compactação.	m3	119,82		
	<b>3 BETÃO ARMADO</b>				
	3.1 FUNDAÇÕES				
	3.1.1 Colocação de camada de 0,10m de espessura de betão de limpeza e regularização, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão normal "cinzento" C12/15, X0 CL1,0, S3 e todos os trabalhos, materiais, equipamento e execução de acordo com o projecto.				
	3.1.1.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	3.1.1.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	3.1.1.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	23,99		





## Mapa de Quantidades

### Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
3.1.2	Execução de fundações em betão armado "in situ", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.				
3.1.2.1	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
3.1.2.2	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
3.1.2.3	Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	138,47		
3.2	ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO				
3.2.1	Fornecimento e montagem de pilares pré-fabricados de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3, armado com armaduras certificadas em aço A500NR incluindo desperdícios, empalmes e elementos de montagem para acabamento do betão aparente, com uma secção de 40x40 cm, com consolas. Incluindo montagem através de grua, e respetivas ligações aos maciços de fundação e todos os trabalhos necessários garantindo a verticalidade dos mesmos.				
3.2.1.1	Em PILARES 40*40 cm	m3	43,23		
3.2.1.2	Em PILARES 30*30 cm				
3.2.1.3	Em VIGAS B 30*50 cm				
3.2.1.4	Em VIGAS BR 30*65 cm				
3.2.1.5	Em VIGAS BR 40*30 cm				
3.2.1.6	Em VIGAS CL 40*20 cm				
3.2.1.7 b)	Em VIGAS SECÇÃO VARIÁVEL 24,49 m (TRELIÇA METÁLICA)	kg	15659,90		
3.2.2 b)	Fornecimento e montagem de madres metálicas , em perfil UAP 200, S275.	un	128,00		
3.2.3	Execução de LAJES MACIÇAS em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.				
3.2.3.1	Em LAJE COBERTURA				
3.2.3.2	Em LAJE PISO	m3	151,89		
3.2.4	Execução de LAJES DE ESCADA em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.				
		m3	6,31		



## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
3.2.5	Execução de LAJES EM CONSOLA em betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	6,09		
3.3	PAVIMENTO TÉRREO				
3.3.1	Execução de LAJE DE PAVIMENTO TÉRREO com espessura de 0,30 m, sendo 0,20 m de tout-venant e 0,10 m de betão armado normal "cinzento", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C25/30, XC2(P), Cl0.4, S3, D20mm, película em PVC; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de rede electrossoldada AQ50 em aço A500EL e todos os trabalhos, nomeadamente juntas de construção e retracção, selagem de juntas, materiais e execução de acordo com o projecto.	m2	1303,48		
3.4	BETÃO LEVE				
3.4.1	Fornecimento e execução de enchimento em betão celular do tipo "Betisol", com a espessura máxima de 0,10m e com densidades e dosagens de acordo com o estabelecido no projeto de Especialidade.	m3	32,94		
3.4.1.1	Em LAJE COBERTURA	m3	32,94		
4	IMPERMEABILIZAÇÃO				
4.1	Fornecimento e aplicação de pintura com duas demãos cruzadas de "FLINTKOTE" nos elementos de fundação em contacto com o terreno, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares necessários à boa execução da obra.				
4.1.1	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
4.1.2	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
4.1.3	Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m2	241,09		
4.2	Execução de impermeabilização das coberturas do edifício, com aplicação de duas telas elastómeras, constituídas pela aplicação de pintura das zonas de aderência com primário betuminoso, tela de betume APP de 3,0Kg/m2 armada com fibra de vidro de 50gr/m2, acabada em ambas as faces a polietileno, Escoplas 30, tela de betume modificado com polímero plastómero APP de 4,0Kg/m2, armada c/ poliéster de 150gr/m2, acabada em ambas as faces a polietileno (em pavimento) e na face inferior a polietileno e a granulado de ardósia na face superior (em muretes de platibanda), Ecoplas PY 40G, do tipo Sotecnisol ou equivalente, dobrando 30cm nos paramentos verticais, incluindo todos os trabalhos e remates necessários.				
4.2.1	Em LAJE COBERTURA	m2	329,44		
5	DIVERSOS				
5.1	Fornecimento e montagem de Caleiras para escoamento de águas pluviais da cobertura em chapa quinada 25cm x 25cm, incluindo fixações, remates, ligações aos tubos de queda e outros elementos necessários.	ml	83,20		
5.2	Fornecimento de painel sandwich FTB PC 1000 (PIR), com 75 mm de espessura e sua colocação na cobertura, incluindo parafusos de fixação às madres de betão e gastos de mão de obra.	m2	995,07		



## Mapa de Quantidades

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
5.3	Fornecimento e montagem de chapa de Cumieira em chapa quinada lacada com 4cm x 15cm x 15cm x 4cm, incluindo fixações, remates e outros elementos necessários, conforme desenhos de pormenor.	ml	41,60		
5.4	Fornecimento e montagem de Rufo de Platibanda em chapa quinada lacada com 15cm x 4cm, incluindo fixações, remates e outros elementos necessários, conforme desenhos de pormenor.	ml	221,92		
5.5	Fornecimento e aplicação de lajetas térmicas com isolamento térmico de espessura 80 mm de cor verde e respectivos apoios reguláveis de manta geotextil de 250 gr/m2, em coberturas técnicas.				
5.5.1	Em LAJE COBERTURA	m2	329,44		
5.6	PAREDES EXTERIORES a)				
5.6.1	Execução de paredes exteriores com alvenaria de Bloco Super Térmico de 50*20*30cm, sendo implantadas de acordo com o definido em planta e assentes de acordo com o previsto no sistema fornecido pelo fornecedor e de acordo os pormenores e alinhamentos definidos pelos diferentes desenhos de arquitectura. Neste capítulo dever-se-á incluir a colocação de uma banda de espuma de polietileno na separação das alvenarias e os pavimentos e tectos				
5.6.1.1	alç. Lat. esquerdo				
5.6.1.2	alç. Lat. direito				
5.6.1.3	alç. posterior				
5.6.1.4	alç. frontal	m2	1159,57		
5.6	PAREDES EXTERIORES b)				
5.6.1	Execução de paredes exteriores com alvenaria de Bloco Super Térmico de 50*20*30cm, sendo implantadas de acordo com o definido em planta e assentes de acordo com o previsto no sistema fornecido pelo fornecedor e de acordo os pormenores e alinhamentos definidos pelos diferentes desenhos de arquitectura. Neste capítulo dever-se-á incluir a colocação de uma banda de espuma de polietileno na separação das alvenarias e os pavimentos e tectos				
5.6.1.1	alç. Lat. direito	m2	87,93		
5.6.2	Fornecimento e execução de paredes de alvenaria em bloco térmico de 50*20*25cm, sendo implantadas de acordo com o definido em planta e assentes de acordo com o previsto no sistema fornecido pelo fornecedor e de acordo os pormenores e alinhamentos definidos pelos diferentes desenhos de arquitectura. Neste capítulo dever-se-á incluir a colocação de uma banda de espuma de polietileno na separação das alvenarias e os pavimentos e tectos				
5.6.2.1	alç. Lat. esquerdo				
5.6.2.2	alç. Lat. direito				
5.6.2.3	alç. posterior				
5.6.2.4	alç. frontal	m2	1071,64		
5.6.3	Fornecimento e aplicação de sistema de isolamento térmico pelo exterior, ETICS, tipo sistema Capoto da Viero ou equivalente, com espessura de 5cm, incluindo a argamassa de colagem, barramento e acabamento de cor azul e acessórios constituintes do sistema (placas, rede de fibra, buchas de fixação, perfis de remate e de esquina).				
5.6.3.1	alç. Lat. esquerdo				
5.6.3.2	alç. Lat. direito				
5.6.3.3	alç. posterior				



## Mapa de Quantidades

### Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
5.6.3.4	alç. frontal	m2	993,86		
5.7	PAREDES INTERIORES				
5.7.1	Paredes divisórias interiores em alvenaria de tijolo cerâmico furado, executadas com tijolo de 30x20x11 cm, assente ao cutelo, formando parede simples de 11 cm, incluindo argamassa de assentamento nas juntas verticais e horizontais.				
5.7.1.1	piso 0				
5.7.2	Paredes divisórias interiores em alvenaria de tijolo cerâmico furado, executadas com tijolo de 30x20x7cm, assente ao cutelo, formando parede simples de 7cm				
5.7.2.1	piso 0				
5.7.2.2	piso 1	m2	646,75		
5.8	Limpeza final da Obra.	vg	1,00		
			<b>Total Edif. Gimnod. Modelo A</b>		



CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
<b>Solução A - Bancada</b>					
	<b><u>RESUMO</u></b>				
	<b>BETÃO ARMADO</b>				
	1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS				
	2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES				
	3 BETÃO ARMADO				
	4 IMPERMEABILIZAÇÃO				
	5 DIVERSOS				
	<b>1 TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>				
	1.1 ESTALEIRO				
	1.1.1 Montagem, manutenção e desmontagem de estaleiro incluindo vedações e todas as infra-estruturas necessárias para a execução da Obra, equipamentos e mão-de-obra.	vg	1,00		
	<b>2 MOVIMENTO DE TERRAS E CONTENÇÕES</b>				
	2.1 TERRAPLANAGENS				
	2.1.1 Escavação na abertura de caboucos para fundações de paredes e pilares, em terra compacta ou saibro, incluindo carga, transporte e descarga de sobantes a vazadouro.				
	2.1.1.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	2.1.1.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	2.1.1.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	120,98		
	2.1.2 Transporte a vazadouro de produtos provenientes de escavação, em local de depósito definitivo ou vazadouro autorizado.	m3	66,51		
	2.1.3 Aterro junto a elementos estruturais, incluindo o fornecimento dos materiais, transporte, espalhamento e compactação.	m3	54,47		
	<b>3 BETÃO ARMADO</b>				
	3.1 FUNDAÇÕES				
	3.1.1 Colocação de camada de 0,10m de espessura de betão de limpeza e regularização, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão normal "cinzento" C12/15, X0 CL1.0, S3 e todos os trabalhos, materiais, equipamento e execução de acordo com o projecto.	m3	10,90		
	3.1.2 Execução de fundações em betão armado "in situ", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37 XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem, óleo descofrante e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.				
	3.1.2.1 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
	3.1.2.2 Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
	3.1.2.3 Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m3	60,47		
	<b>3.2 ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO</b>				
	3.2.1 Execução de PAREDE DE REMATE FRONTAL DA BANCADA em betão armado "in situ", incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	9,81		



**Mapa de Quantidades**

**Centro Cultural Recreativo Desportivo S. Vicente de Irivo**



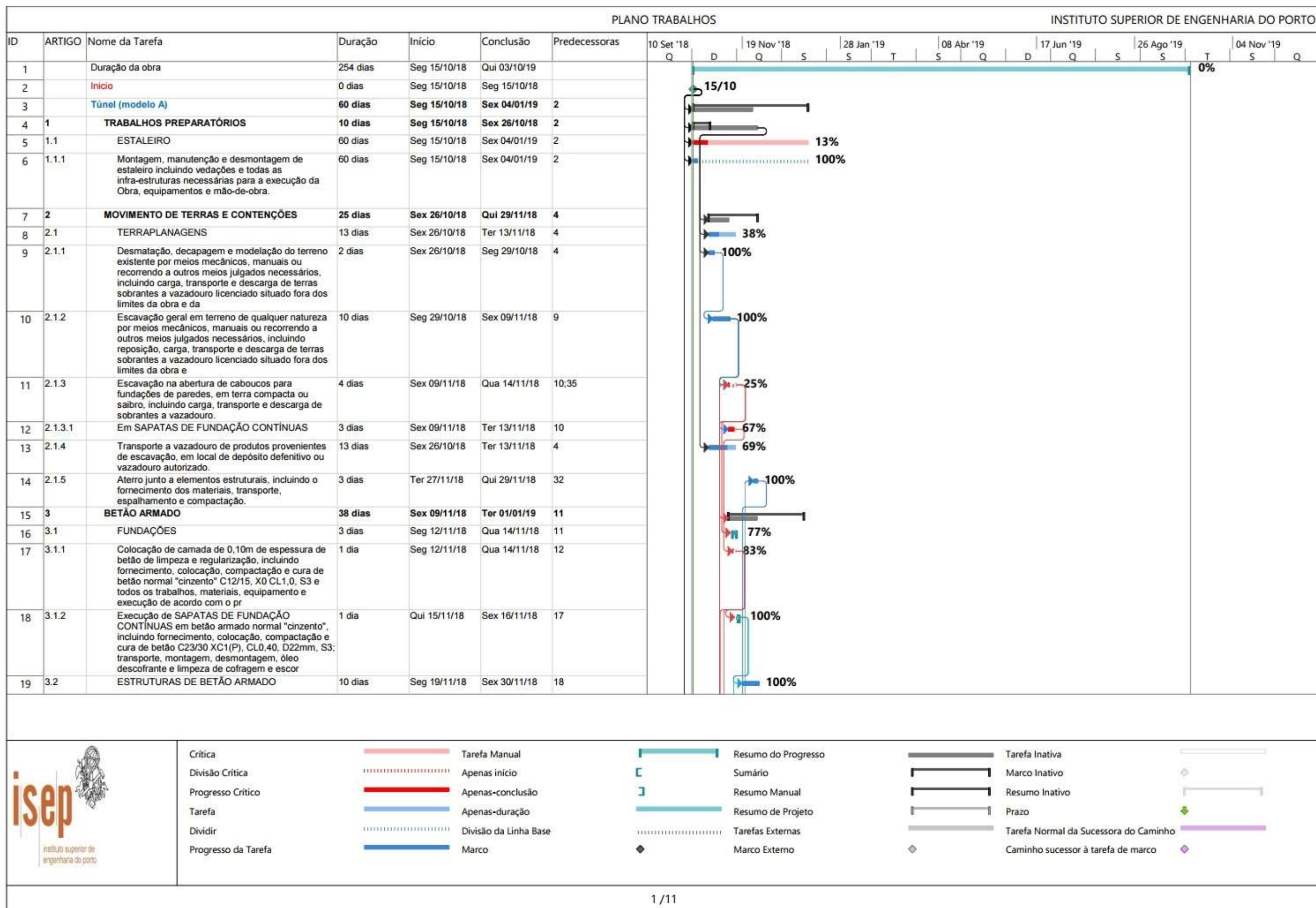
CÓD.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
3.2.2	Execução de PILARES em betão armado "in situ", para apoio das vigas de bancada, incluindo fornecimento, colocação, compactação e cura de betão C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3; transporte, montagem, desmontagem e limpeza de cofragem e escoramento; fornecimento, colocação, carga e descarga, desperdícios e empalmes e elementos de montagem de armaduras certificadas em aço A500NR, e todos os trabalhos, materiais e execução de acordo com o projecto.	m3	5,94		
3.2.3	Execução de VIGAS DE BANCADA pré-fabricadas em betão armado do tipo C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3 e armaduras certificadas em aço A500NR, incluindo fornecimento, transporte, carga e descarga, montagem e todos os trabalhos e materiais necessários para a sua boa execução de acordo com o projecto.	m3	10,84		
3.2.4	Execução de DEGRAUS DE BANCADA pré-fabricados em betão armado do tipo C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3 e armaduras certificadas em aço A500NR, incluindo fornecimento, transporte, carga e descarga, montagem e todos os trabalhos e materiais necessários para a sua boa execução de acordo com o projecto.	ml	164,66		
3.2.5	Execução de DEGRAUS DE PASSAGEM pré-fabricados em betão armado do tipo C30/37, XC3(P), CL0,40, D22mm, S3 e armaduras certificadas em aço A500NR, incluindo fornecimento, transporte, carga e descarga, montagem e todos os trabalhos e materiais necessários para a sua boa execução de acordo com o projecto.	un	14,00		
<b>4 IMPERMEABILIZAÇÃO</b>					
4.1	Fornecimento e aplicação de pintura com duas demãos cruzadas de "FLINTKOTE" nos elementos de fundação em contacto com o terreno, incluindo todos os trabalhos acessórios e complementares necessários à boa execução da obra.				
4.1.1	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO CONTÍNUAS				
4.1.2	Em SAPATAS DE FUNDAÇÃO ISOLADAS				
4.1.3	Em LINTEIS DE FUNDAÇÃO	m2	241,09		
<b>5 DIVERSOS</b>					
5.1	Limpeza final da Obra.	vg	1,00		
			<b>Total Bancada Modelo A</b>		

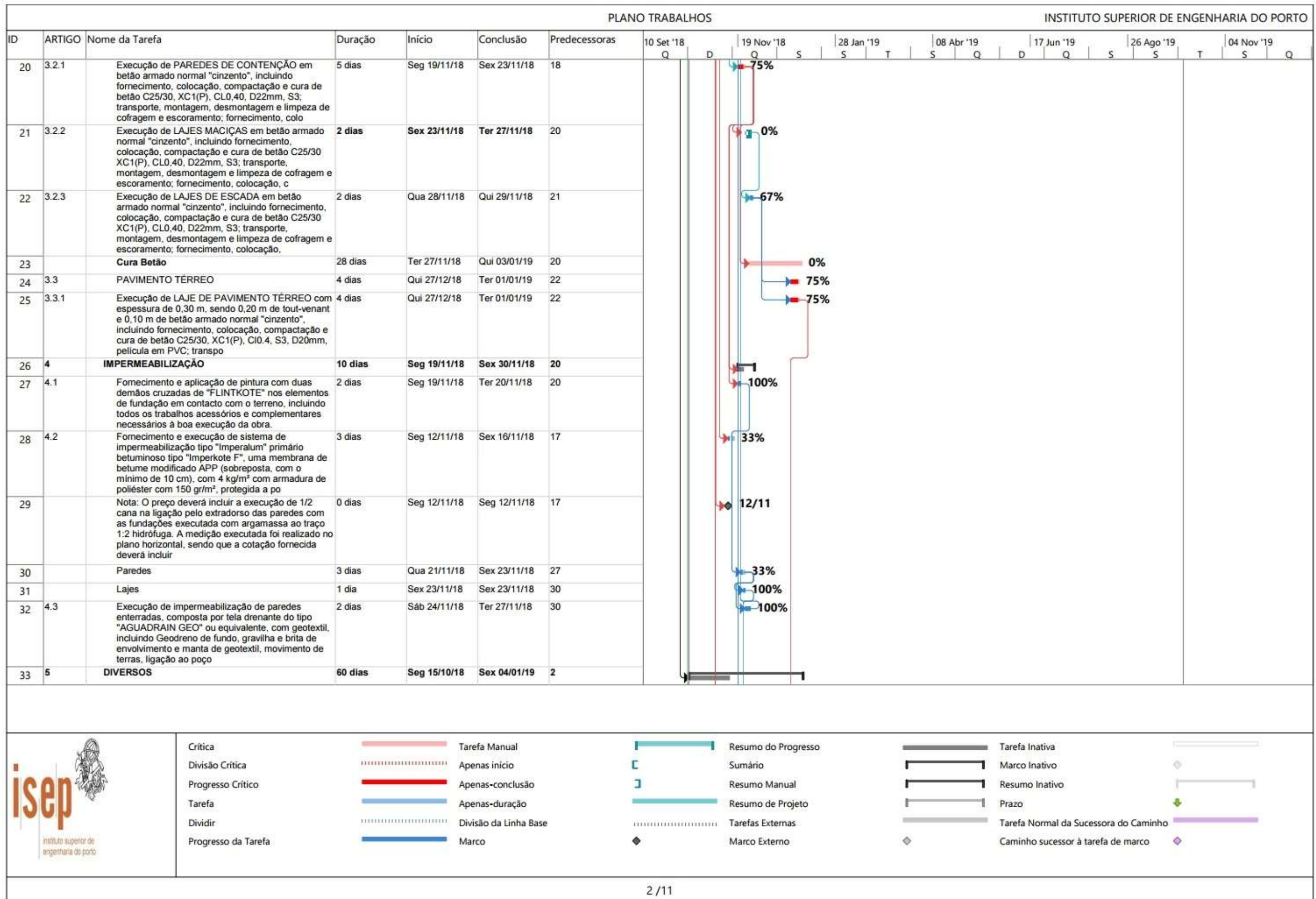


## **ANEXO VII – PLANEAMENTO DA SOLUÇÃO ADOTADA**

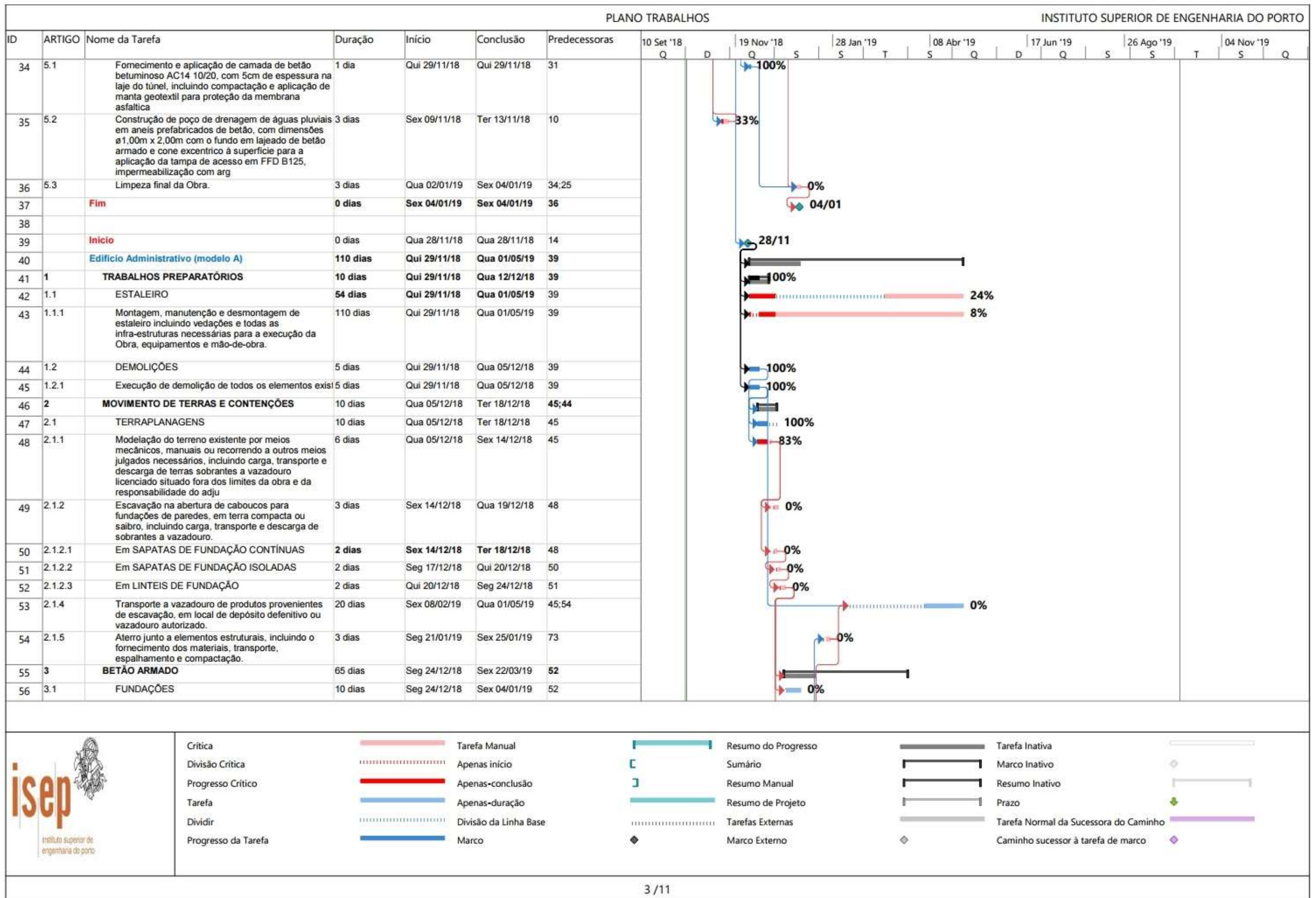


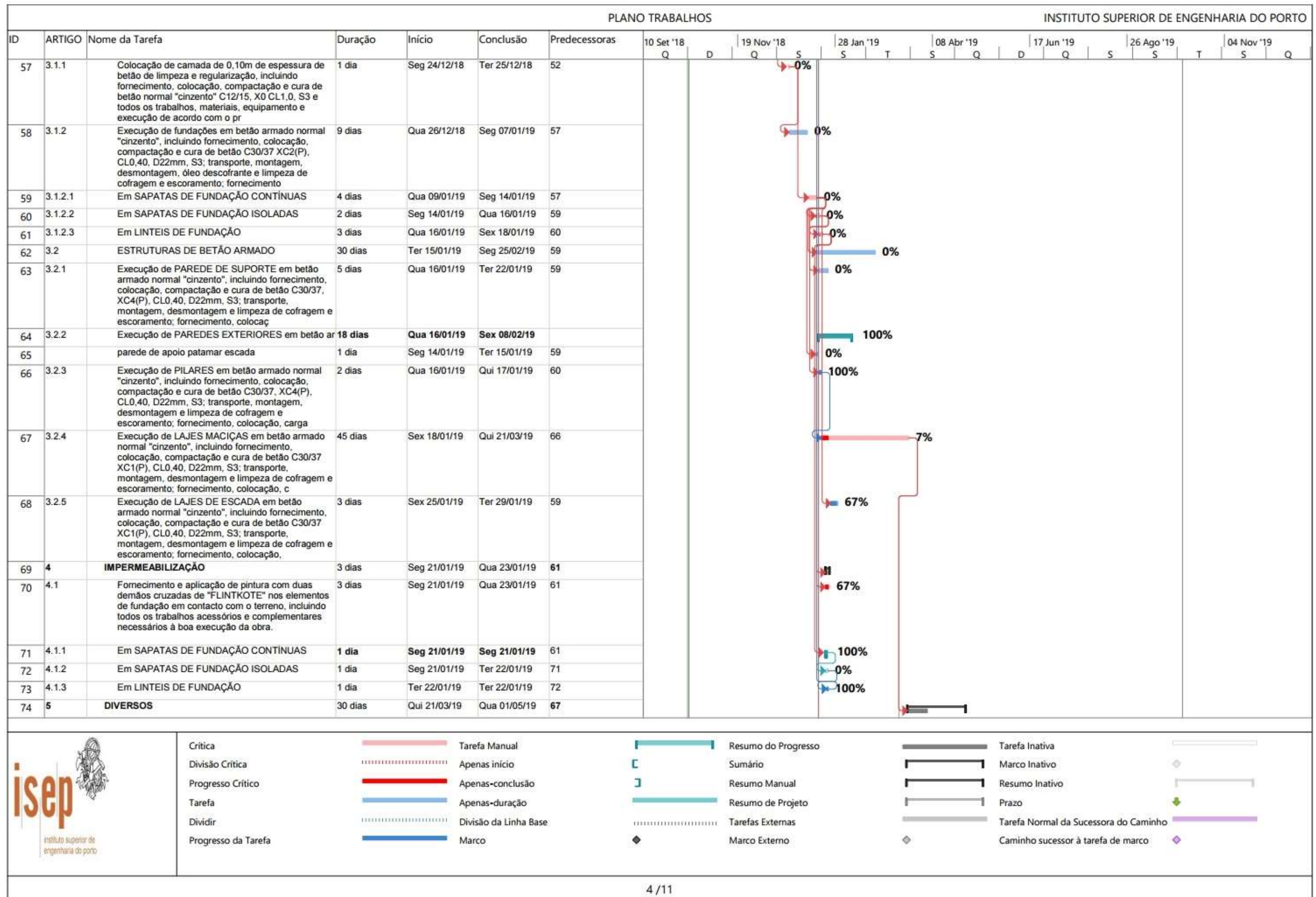




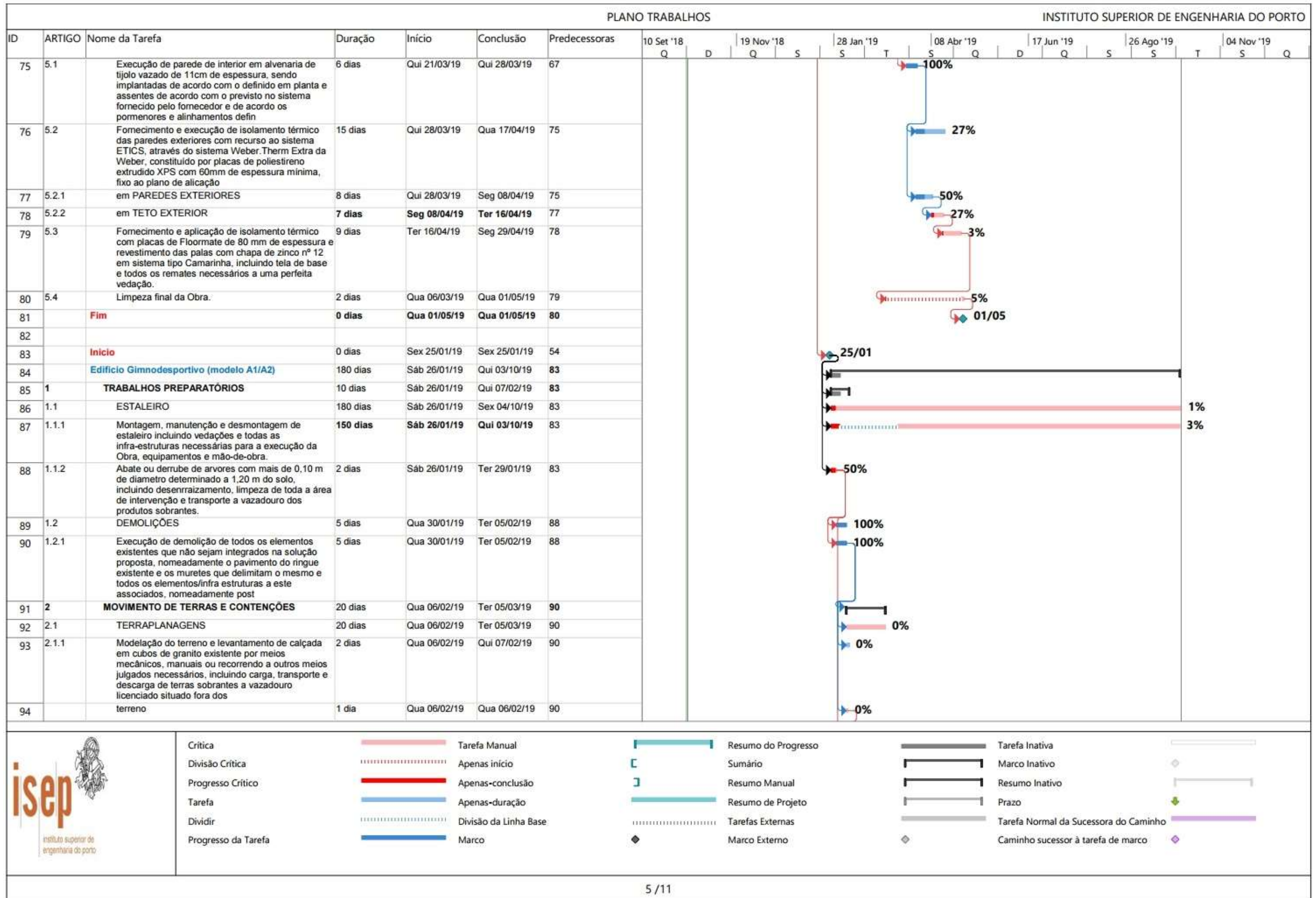






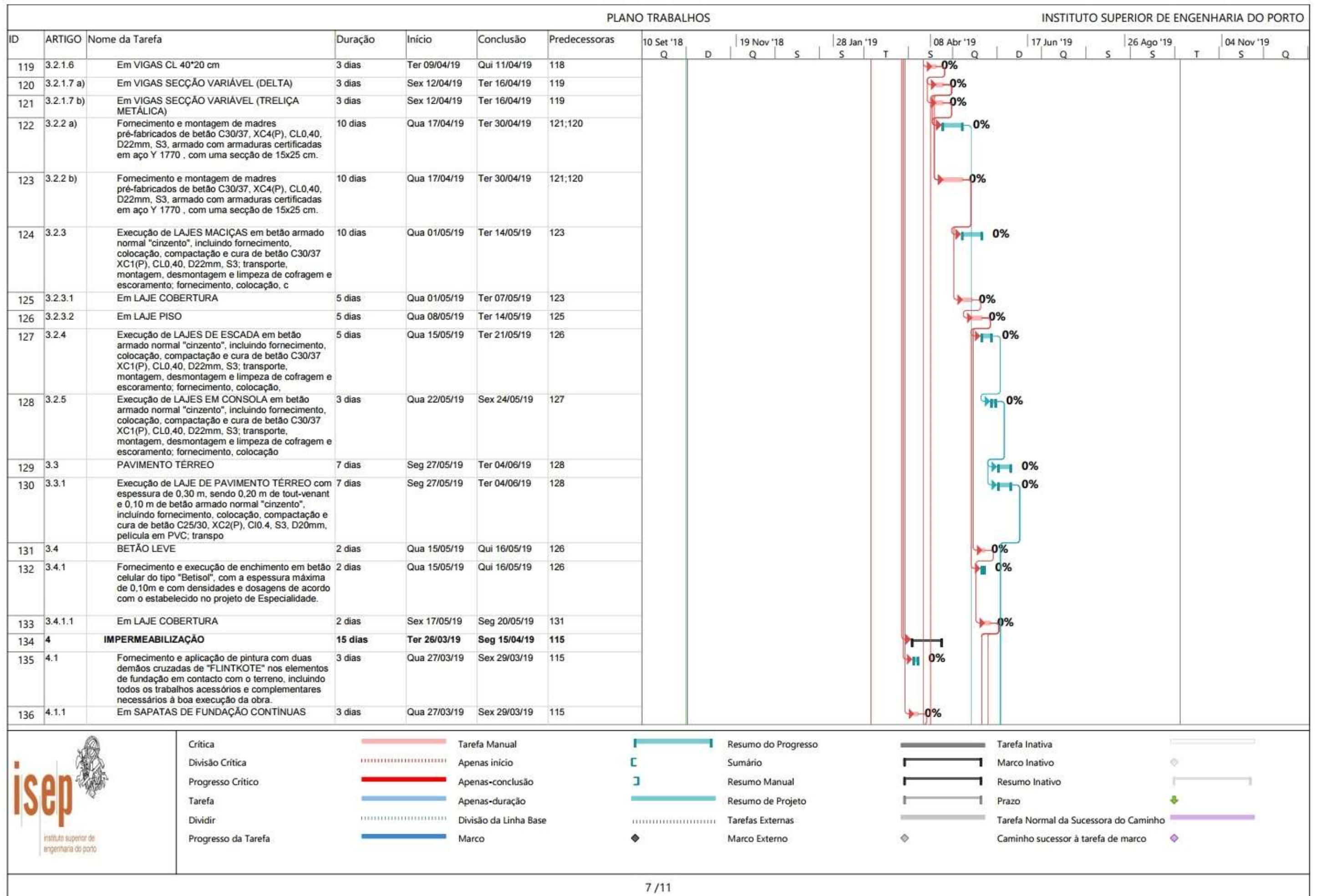




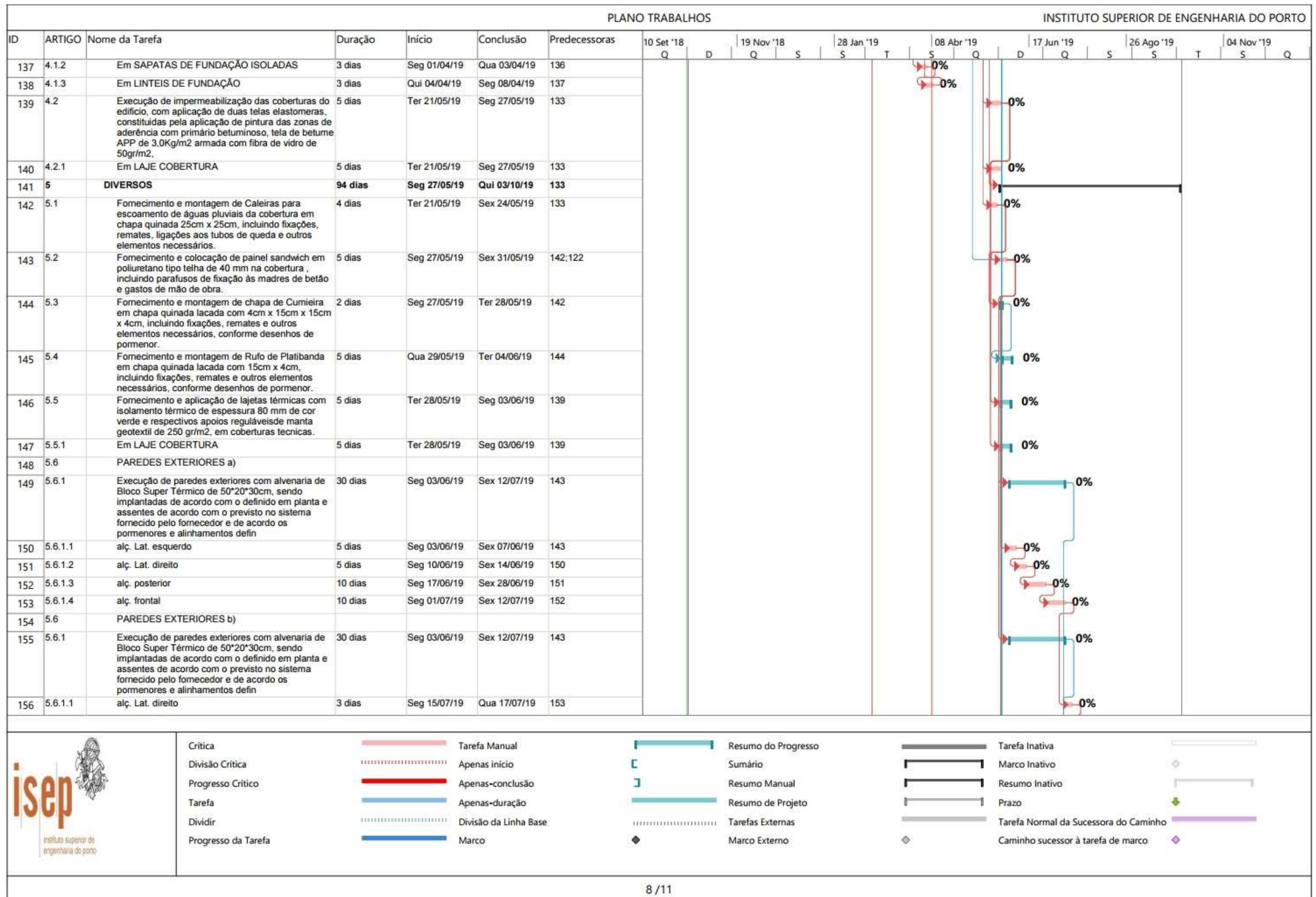


















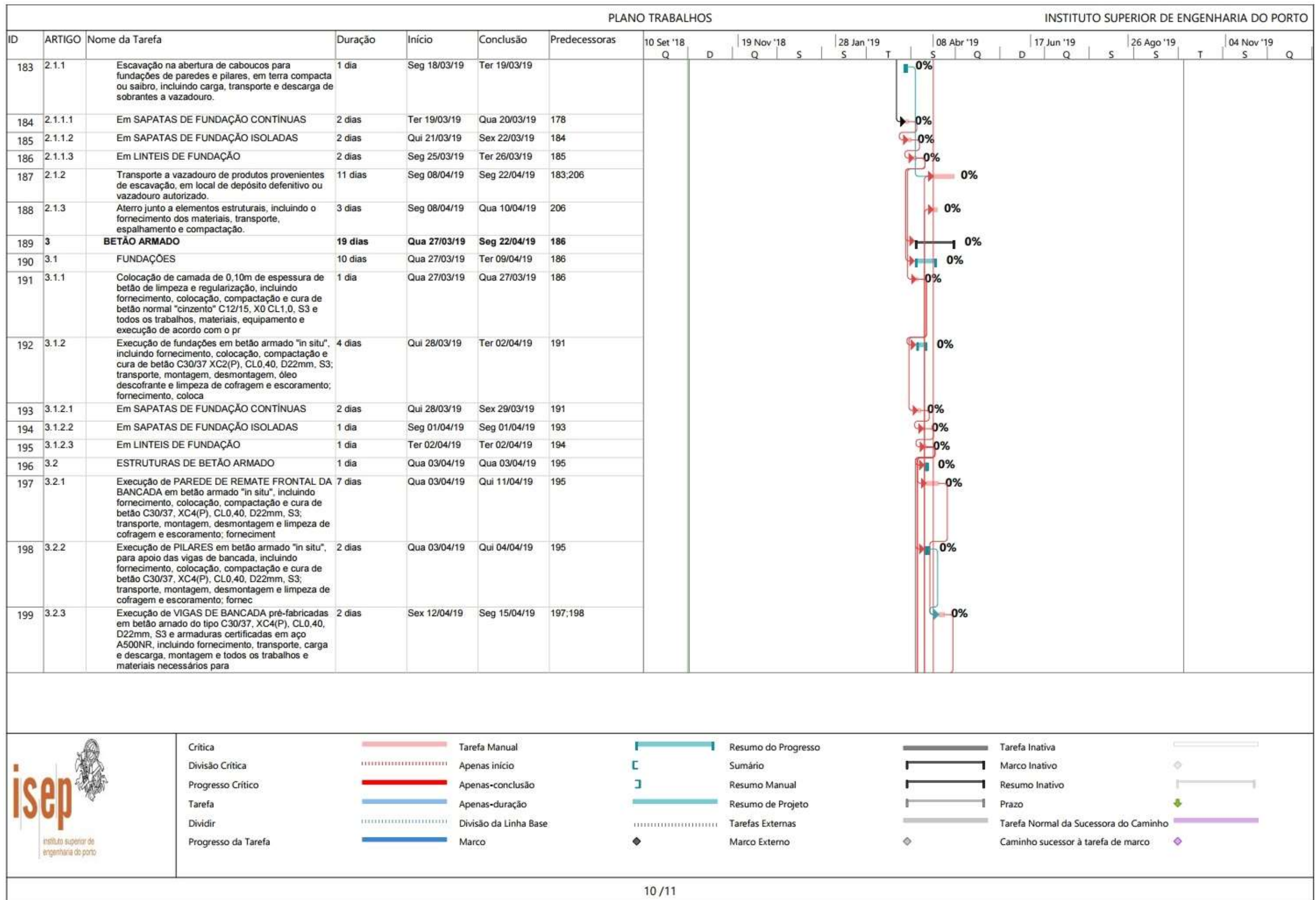


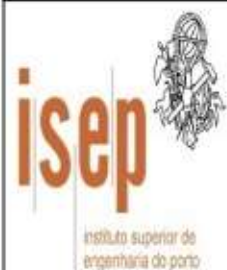
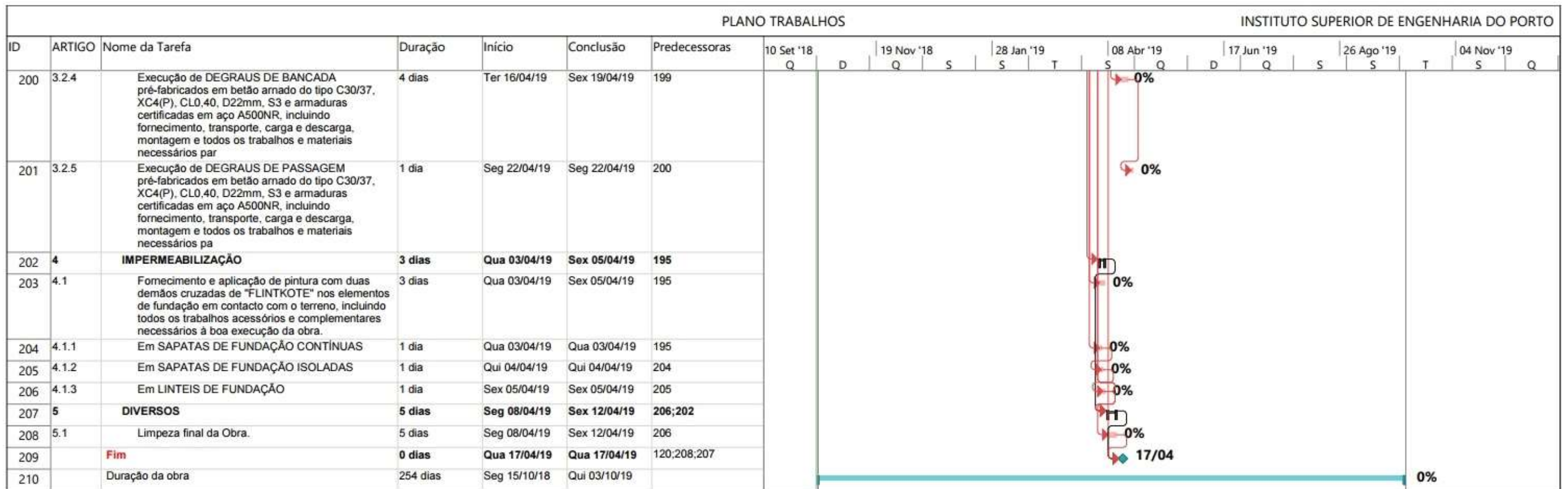




	Tarefa Inativa	
	Marco Inativo	
	Resumo Inativo	
	Prazo	
	Tarefa Normal da Sucessora do Caminho	
	Caminho sucessor à tarefa de marco	







Crítica  
Divisão Crítica  
Progresso Crítico  
Tarefa  
Dividir  
Progresso da Tarefa

Tarefa Manual  
Apenas início  
Apenas-conclusão  
Apenas-duração  
Divisão da Linha Base  
Marco

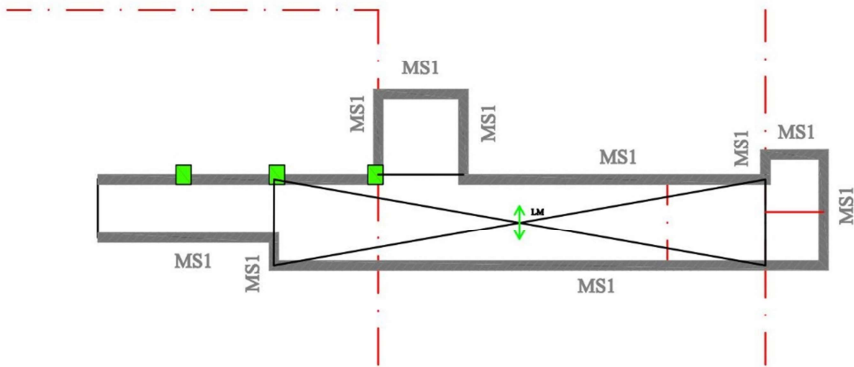
Resumo do Progresso  
Sumário  
Resumo Manual  
Resumo de Projeto  
Tarefas Externas  
Marco Externo

Tarefa Inativa  
Marco Inativo  
Resumo Inativo  
Prazo  
Tarefa Normal da Sucessora do Caminho  
Caminho sucessor à tarefa de marco

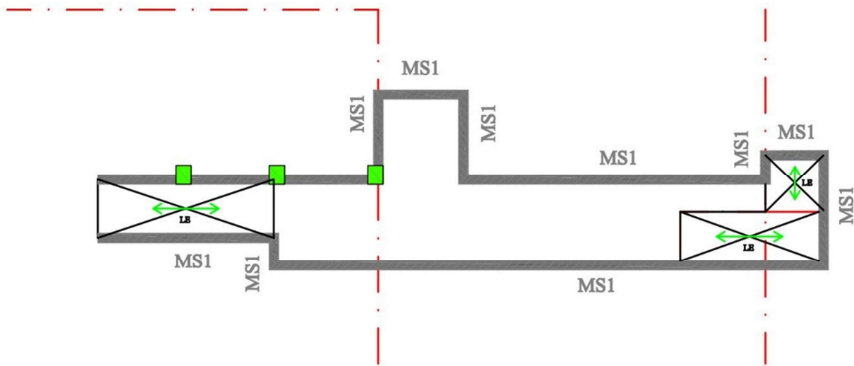


## **ANEXO VIII – DESENHOS ESTRUTURAIS DA SOLUÇÃO ADOTADA**

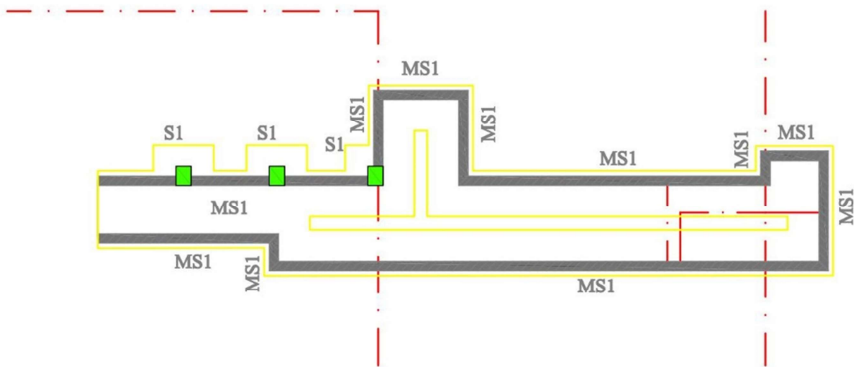




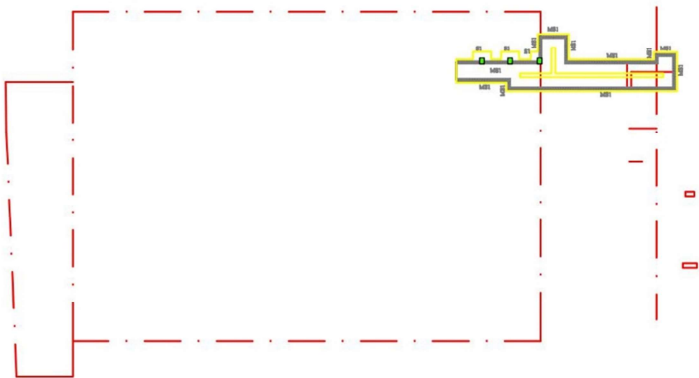
PLANTA DA LAJE



PLANTA PAREDES E ESCADAS



PLANTA DE FUNDAÇÕES



NOTAS E MATERIAIS:

FUNDAÇÃO

- BETÃO DE REGULARIZAÇÃO (LIMPEZA): C12/15
- BETÃO EM FUNDAÇÕES: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: SAPATAS E VIGAS DE FUNDAÇÕES: 5 cm

ESTRUTURA DE BETÃO ARMADO

- BETÃO: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: PAREDES, LAJES: 3.5 cm

AMARRAÇÕES E SOBREPOSIÇÕES

- SEMPRE QUE NÃO SE ESPECIFICA TIRANTE TODAS AS SOBREPOSIÇÕES SERÃO 100Ø
- DEVE CONSIDERAR-SE SEMPRE 50Ø NAS AMARRAÇÕES, SALVO INDICADO EM PLANTA

ADMITE-SE UMA TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL DO SOLO IGUAL A 0.30MPa, DEVENDO SER CONFIRMADA "IN SITU" ATRAVÉS DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO. SE OS ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO SE FUNDAÇÃO DEMONSTRAREM QUE ESTE NÃO GARANTE CAPACIDADE DE CARGA PARA FUNDAÇÕES DIRECTAS, TERÁ DE SER REFORMULADO O TIPO DE FUNDAÇÃO A ADOPTAR.

Segurança Estrutural

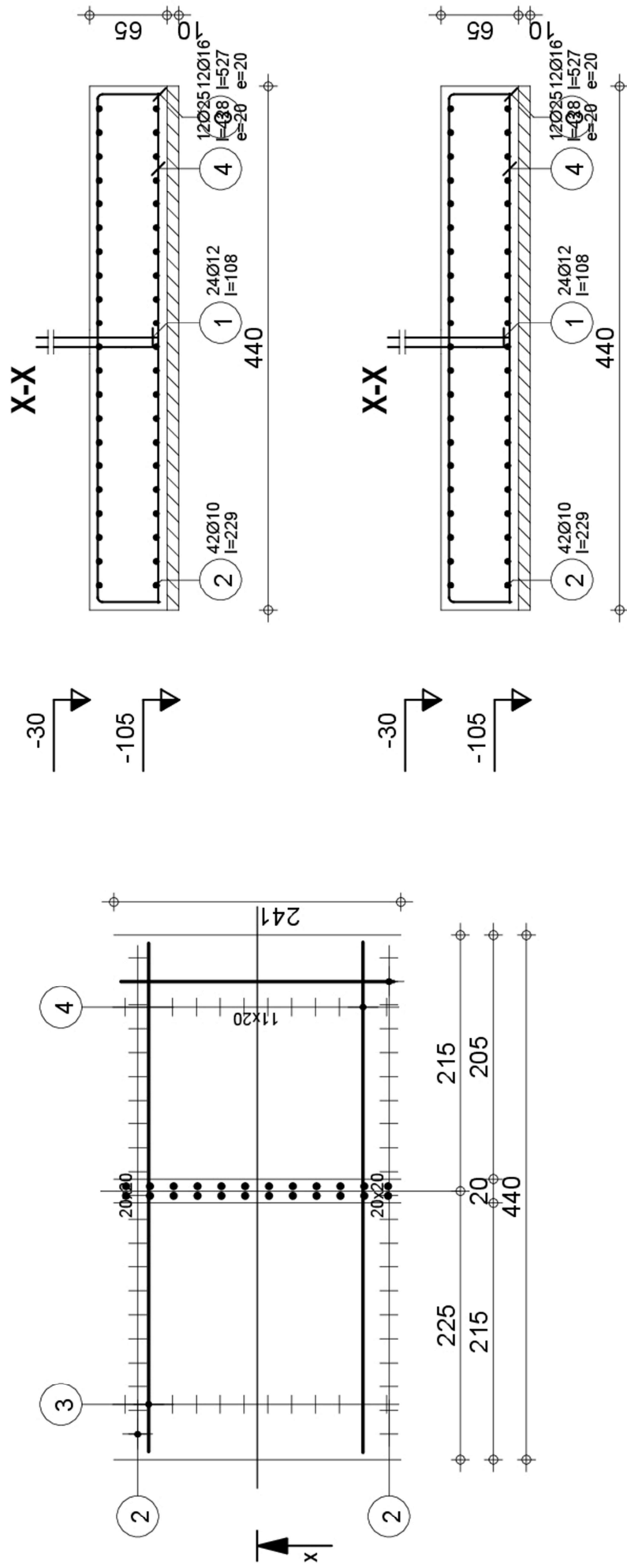
Requerente : **CCRD SV IRIVO**  
Local obra : **Rua da Agra - Irivo - Penafiel**

Projecto : **CONTRUÇÃO DE TÚNEL**  
Designação : **PLANTA ESTRUTURAL, SAPATAS, PAREDES E LAJES**

esc: 1/200	DATA OUT 18	subs.	
	DES. Nº	s. por.	

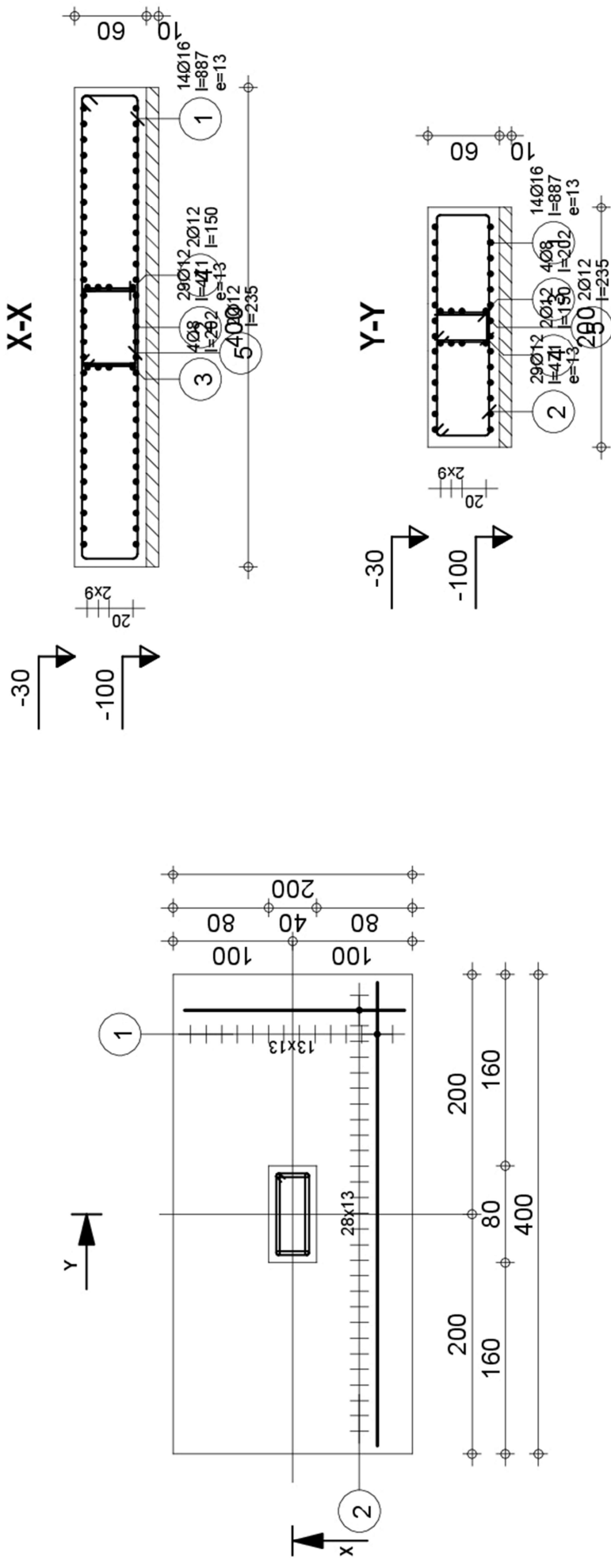






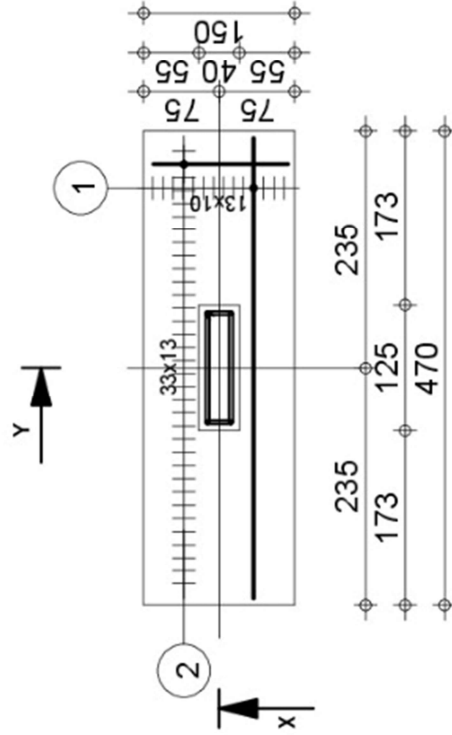
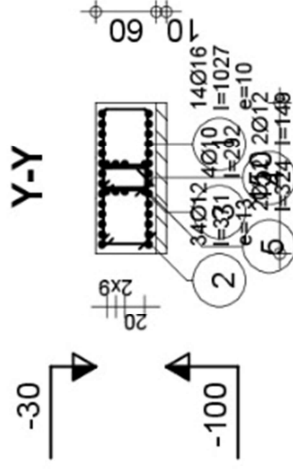
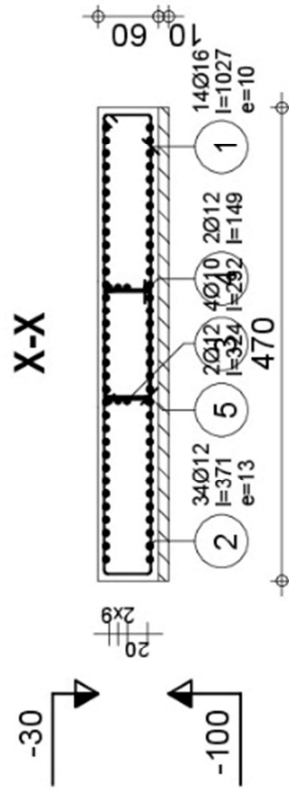
Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	24Ø12	l=108	101	B500C	4	12Ø25	l=428	428	B500C
2	42Ø10	l=229	229	B500C					
3	12Ø16	l=527	428	B500C					

Fissura permissível		Tel.		Fax		Aço B500C = 380 kg	
Nível ±0,00		Número 1		Concreto : C30/37 = 6.89 m3		Cobertura c1 = 6 cm, c2 = 6 cm	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_3D		Fundação53...52		Gabarito = 8.85 m2		Densidade (peso unitário) = 25.15 kg/ m3	
R PRO		Página 1/1		Escala da vista 1/50		Escala da seção 1/50	



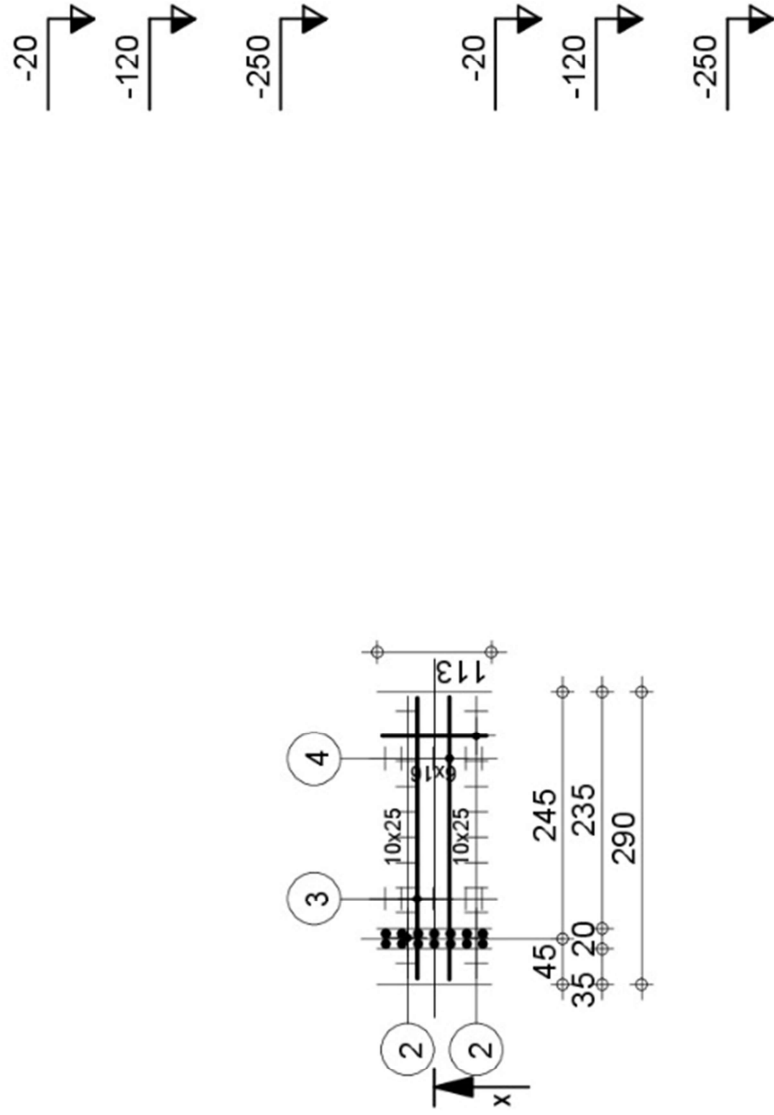
Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	14Ø16	l=887	388 45 13	B500C	4	2Ø12	l=150	26 45 10	B500C
2	29Ø12	l=471	185 45 10	B500C	5	2Ø12	l=235	66 45 10	B500C
3	4Ø8	l=202	28 68 7	B500C					

Fissura permissível		Tel.		Fax	
Nível ±0,00		Número 1		Aço B500C = 317 kg	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_3D		Fundação082		Concreto : C30/37 = 4.8 m3	
				Aço B500C = 10 kg	
				Cobertura c1 = 6 cm, c2 = 6 cm	
				Densidade (peso unitário) = 68.13 kg/ m3	
				Escala da vista 1/50	
				Escala da seção 1/50	
				Página 1/1	



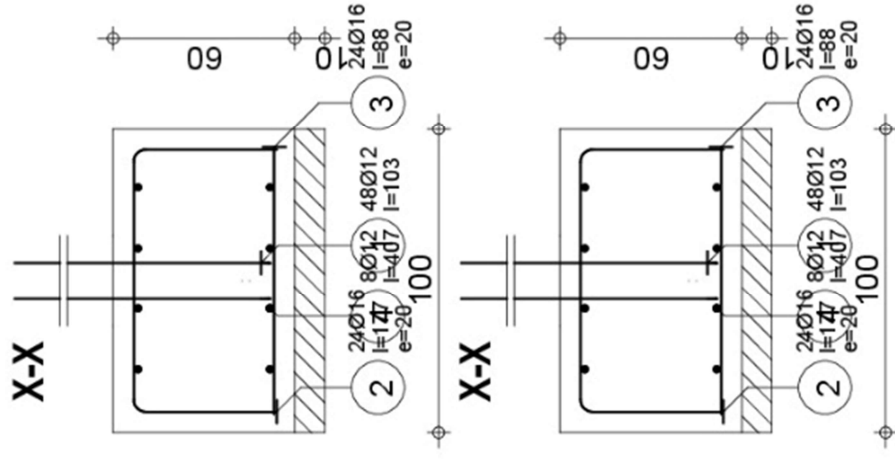
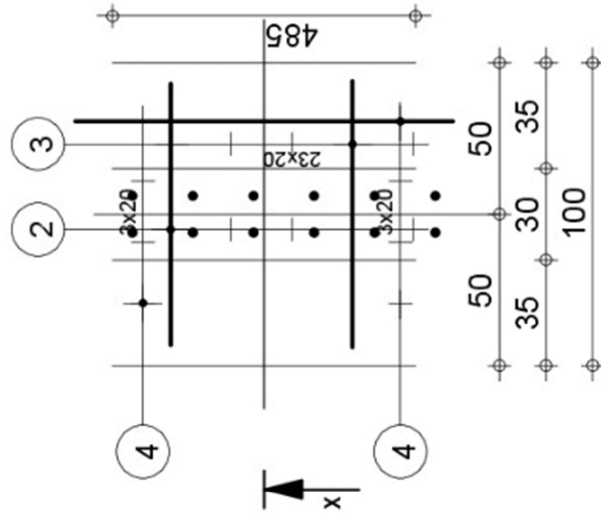
Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	14Ø16	l=1027	31	B500C	4	2Ø12	l=149	31	B500C
2	34Ø12	l=371	31	B500C	5	2Ø12	l=324	31	B500C
3	4Ø10	l=292	31	B500C					

Fissura permissível		Tel.		Fax	
Concreto : C30/37 = 4.23 m3		Aço B500C = 339 kg		Aço B500C = 15.6 kg	
Gabarito = 7.44 m2		Cobertura c1 = 6 cm, c2 = 6 cm		Densidade (peso unitário) = 83.69 kg/ m3	
Número 1		Escala da vista 1/75		Escala da seção 1/75	
Nível ±0,00		Fundação84		Página 1/1	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_30					



Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	14Ø12	l=264	00	B500C	4	7Ø20	l=280	00	B500C
2	22Ø10	l=103	00	B500C					
3	7Ø20	l=492	00	B500C					

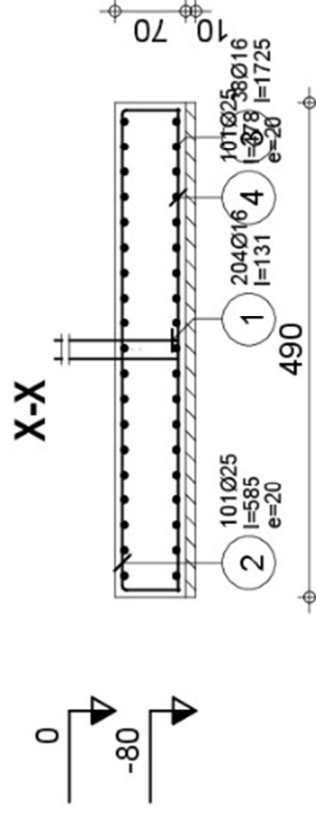
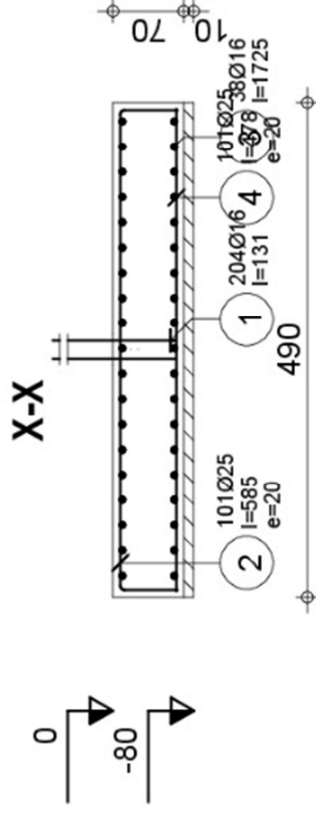
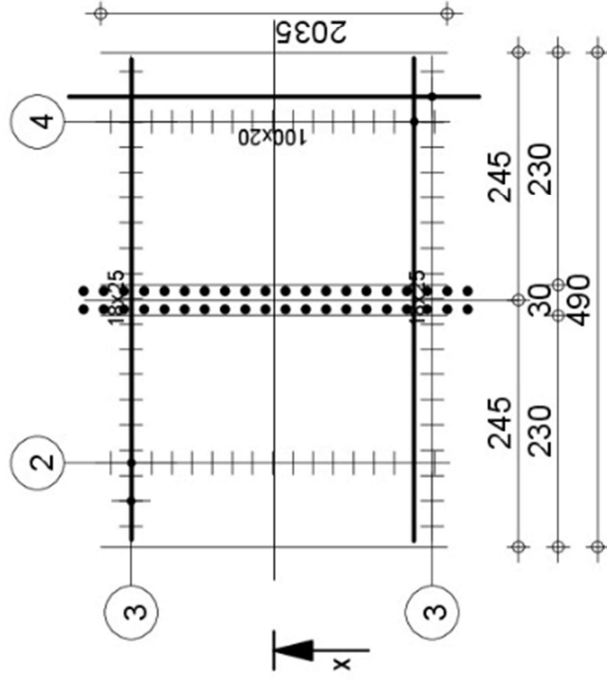
Fissura permittível		Tel.		Fax	
Nível ±0,00		Fundação136...131		Número 1	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo vo V5-1_3D		Concreto : C30/37 = 4.16 m3		Aço B500C = 180 kg	
R		Gabarito = 12.3 m2		Cobertura c1 = 5 cm, c2 = 5 cm	
		Densidade (peso unitário) = 4.3.27 kg/ m3		Escala da vista 1/75	
				Escala da seção 1/75	
				Página 1/1	



Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	48Ø12	l=103	96	B500C	4	8Ø12	l=407	407	B500C
2	24Ø16	l=177	88	B500C					
3	24Ø16	l=88	88	B500C					

Fissura permissível		Tel.	Fax
Nível ±0,00		Fundação292...559	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_3D		Número 1	
R PRO		Concreto : C30/37 = 2.91 m3	
Aço B500C = 173 kg		Cobertura c1 = 6 cm, c2 = 6 cm	
Escala da vista 1/25		Densidade (peso unitário) = 24.05 kg/ m3	
Escala da seção 1/25		Página 1/1	





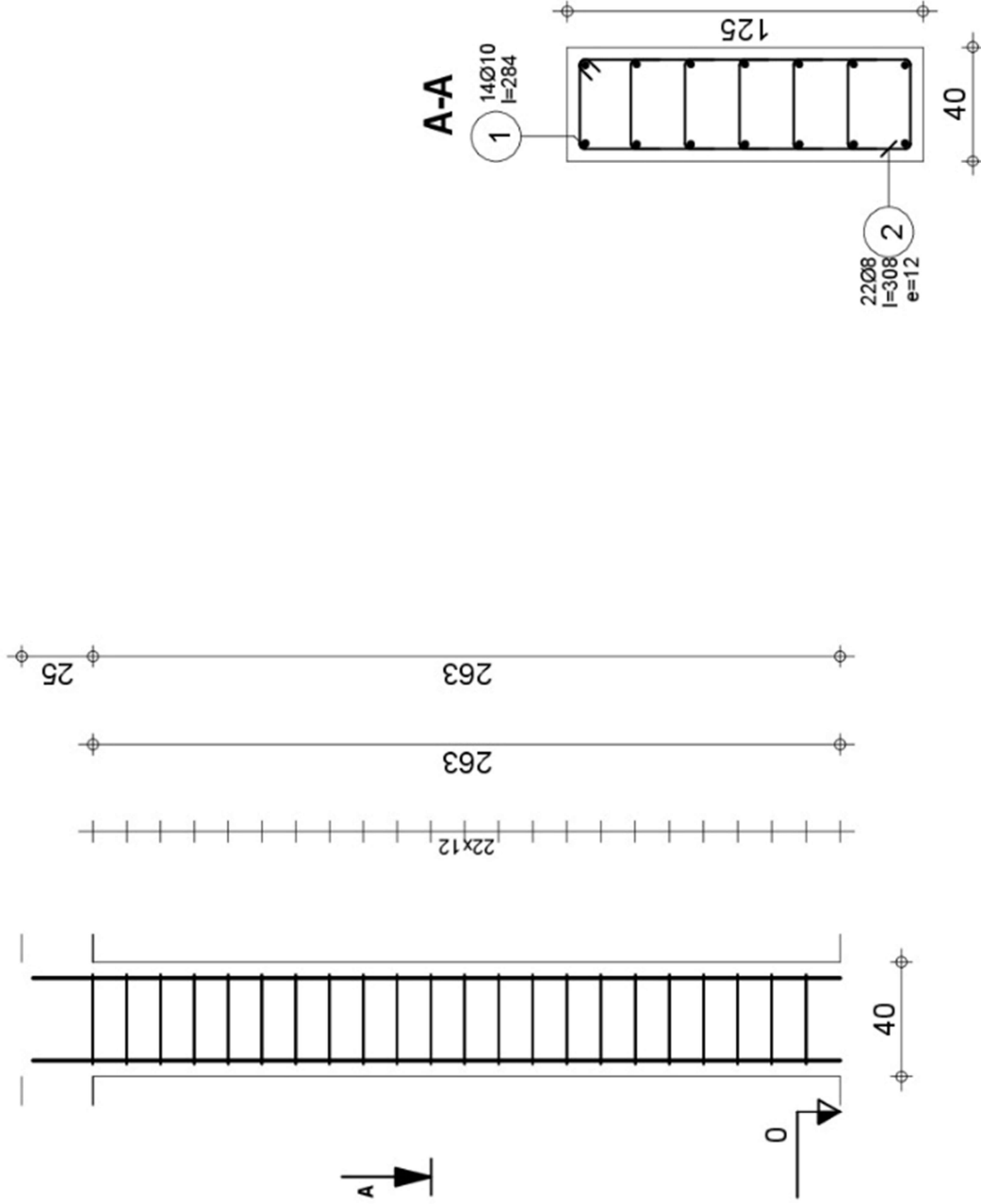
Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço	Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	204Ø16	l=131	121	B500C	4	101Ø25	l=478	478	B500C
2	101Ø25	l=585	478	B500C					
3	38Ø16	l=1725	1725	B500C					


Fissura permissível		Tel. _____ Fax _____		Aço B500C = 5590 kg	
Número 1		Concreto : C30/37 = 69.8 m3		Cobertura c1 = 6 cm, c2 = 6 cm	
Fundaçãõ907 ...1809		Gabarito = 35.4 m2		Densidade (peso unitário) = 80.09 kg/ m3	
Nível ±0,00		Escala da vista 1/75		Escala da seção 1/75	
Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_3D		Página 1/1			

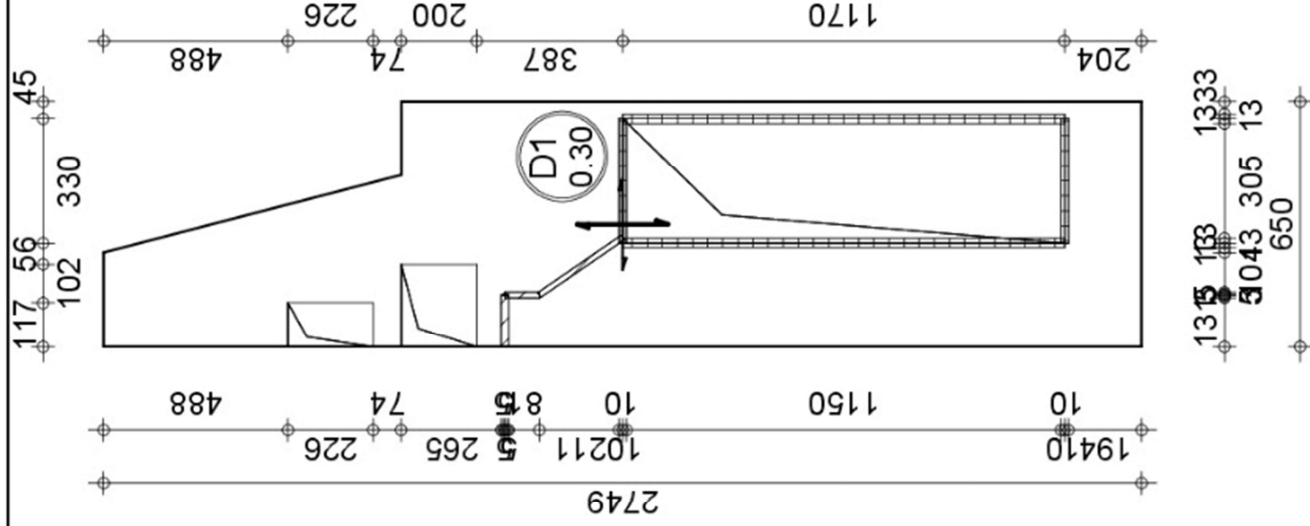




Pos.	Armadura	Código Formato	Aço
1	14Ø10 l=284	00	B500C
2	22Ø8 l=308	31	B500C
3	11Ø8 l=50	00	B500C



		Tel.		Fax	
Classe de exposição : XC1		Diâmetro máx. do agregado : 20mm Classe de estrutura : S4			
 <b>Nível +2,75</b> Estrutura_Betão - Edifício Administrativo V5-1_3D	<b>Coluna63</b>		Número 1		
	<b>Seção 40x125</b>				
		Concreto : C30/37 = 1.31 m3		Aço B500C = 24.5 kg	
		Gabarito = 8.66 m2		Aço B500C = 48.2 kg	
				Cobertura 4 cm	
		Densidade (peso unitário) = 25.0 kg/m3		Escala da seção 1/25	
				Página 1/1	



Nível **Nível +4,42**

Tema: Estrutura\_Betão - Edifício Administrativo V5-1\_30

Elemento: Placa60

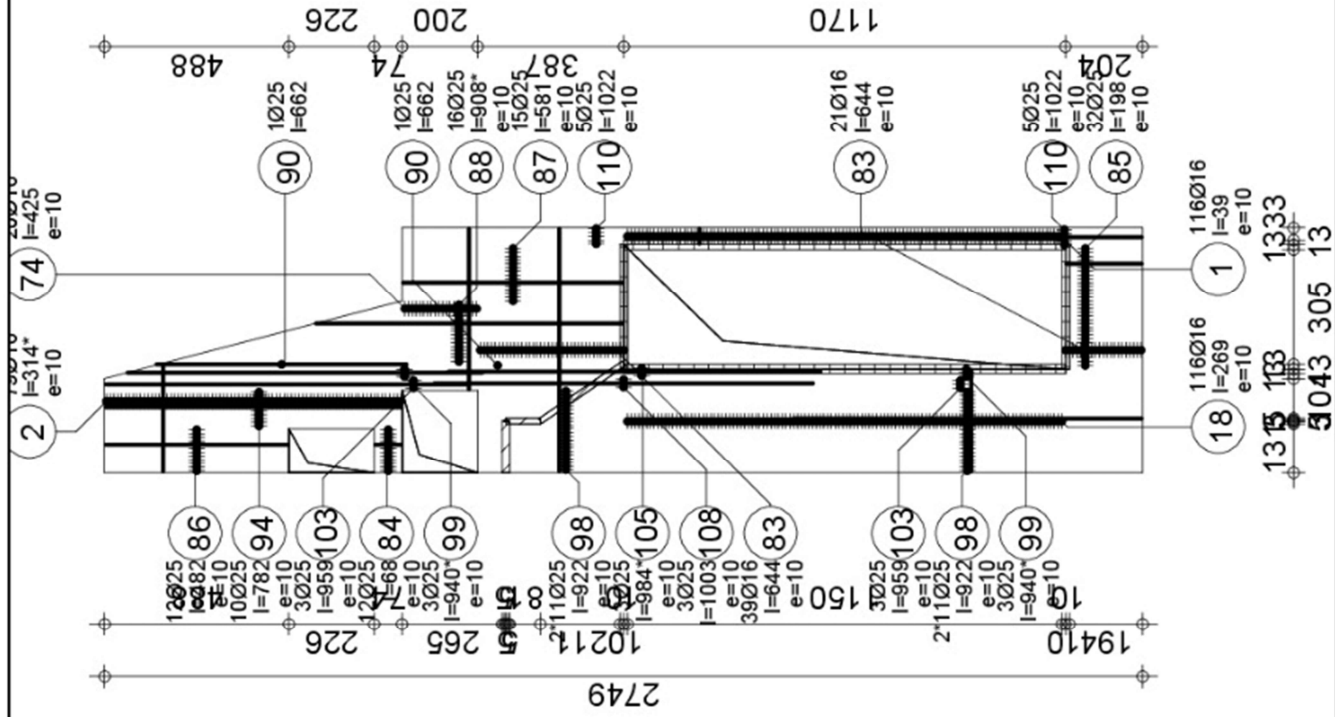
Desenho: **GABARITO DA LAJE**

Tel.

Fax

Concreto : C30/37 = 46.6 m3  
Gabarito = 155 m2  
Escala : 1/200 Data : 05/09/18

Cobertura  
superior = 4 cm  
fundo = 4 cm  
Página 1/4



Nível **Nível +4,42**

Tema: Estrutura\_Betão - Edifício Administrativo V5-1,30

Elemento: Placa60

Desenho: ARMADURA INFERIOR DA LAJE

Tel. 650

Fax

Concreto : C30/37 = 46.6 m3

Aço B500C = 12100 kg

Escala : 1/200

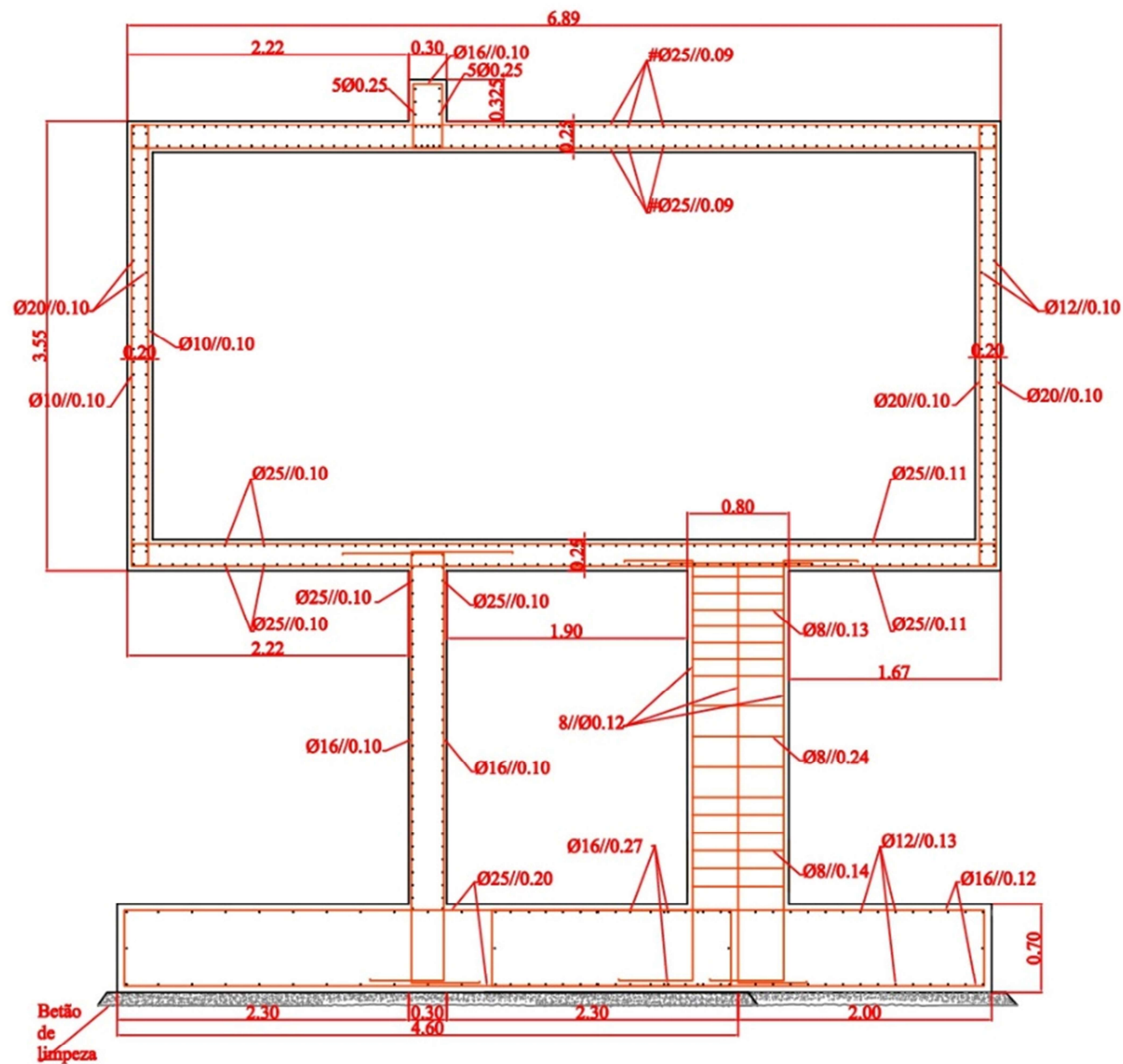
Data : 05/09/18

Cobertura  
superior = 4 cm  
fundo = 4 cm

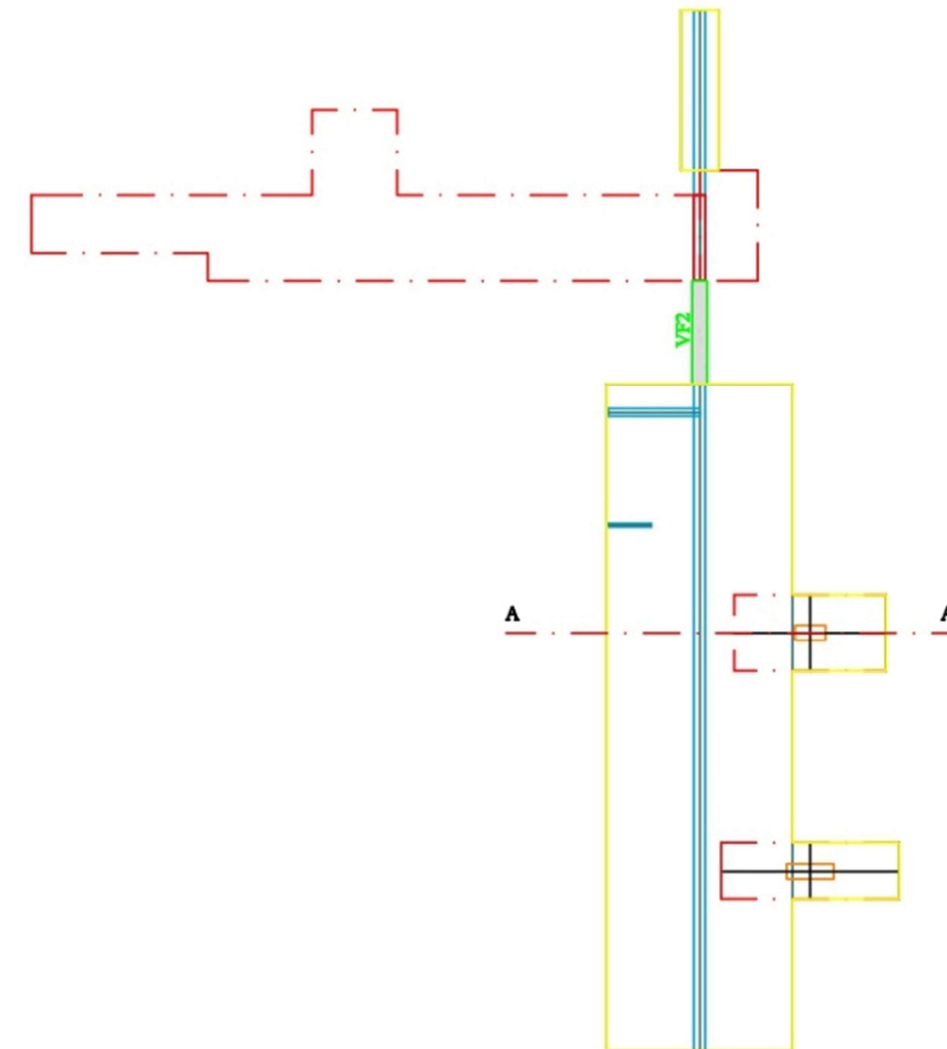
Página 2/4

Pos.	Armadura	Código	Formato	Aço
1	232Ø16 l=39	00	39	B500C
2	158Ø16 l=314*	00	245	B500C
18	232Ø16 l=269	00	269	B500C
74	40Ø16 l=425	00	425	B500C
83	120Ø16 l=644	00	644	B500C
84	24Ø25 l=68	00	68	B500C
85	64Ø25 l=198	00	198	B500C
86	24Ø25 l=482	00	482	B500C
87	30Ø25 l=581	00	581	B500C
88	32Ø25 l=908*	00	773	B500C
90	4Ø25 l=662	00	662	B500C
94	20Ø25 l=782	00	782	B500C
98	88Ø25 l=922	00	922	B500C
99	12Ø25 l=940*	00	940	B500C
103	12Ø25 l=959	00	959	B500C
105	6Ø25 l=984*	00	984	B500C
108	6Ø25 l=1003	00	1003	B500C
110	20Ø25 l=1022	00	1022	B500C





**CORTE AA**



#### NOTAS E MATERIAIS:

##### FUNDAÇÃO

- BETÃO DE REGULARIZAÇÃO (LIMPEZA): C12/15
- BETÃO EM FUNDAÇÕES: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: SAPATAS E VIGAS DE FUNDAÇÕES: 5 cm

##### ESTRUTURA DE BETÃO ARMADO

- BETÃO: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: PAREDES, LAJES: 3.5 cm

##### AMARRAÇÕES E SOBREPOSIÇÕES

- SEMPRE QUE NÃO SE ESPECIFICA TIRANTE TODAS AS SOBREPOSIÇÕES SERÃO 100Ø
- DEVE CONSIDERAR-SE SEMPRE 50Ø NAS AMARRAÇÕES, SALVO INDICADO EM PLANTA

ADMITE-SE UMA TENSÃO MÁXIMA ADEQUADA DO SOLO IGUAL A 0.30MPa, DEVENDO SER CONFIRMADA "IN SITU" ATRAVÉS DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO. SE OS ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO SE FUNDAÇÃO DEMONSTRAREM QUE ESTE NÃO GARANTE CAPACIDADE DE CARGA PARA FUNDAÇÕES DIRECTAS, TERÁ DE SER REFORMULADO O TIPO DE FUNDAÇÃO A ADOPTAR.

Segurança Estrutural

Requerente: **CCRD SVIRVO**

Local obra: **Rua da Agra - Irivo - Penafiel**

Projecto: **CONTRUÇÃO DE EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO**

Designação: **CORTE TRANSVERSAL**

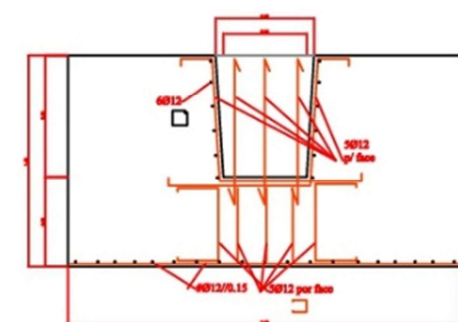
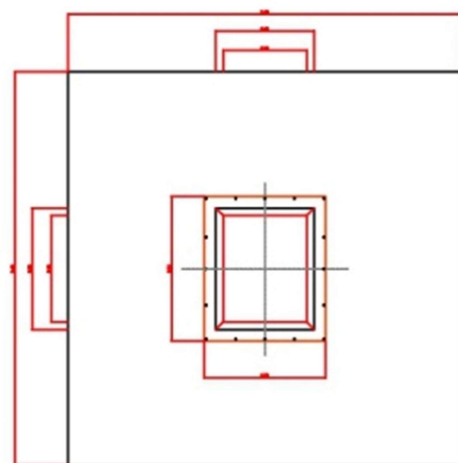
DATA  
OUT 18

esc: 1/50  
1/200

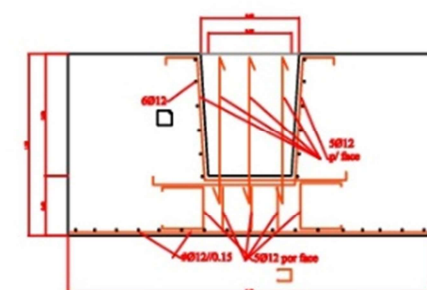
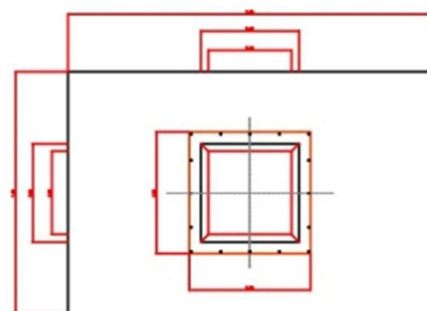
DES. Nº **1**  
subs.  
s. por.



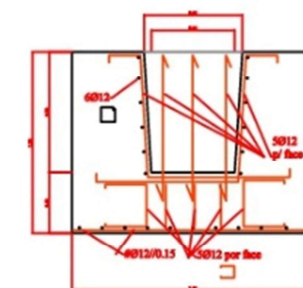
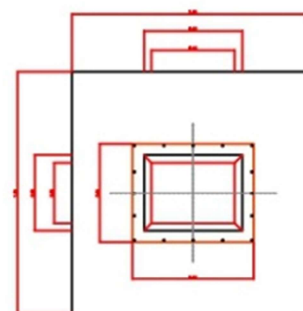
SAPATA S1



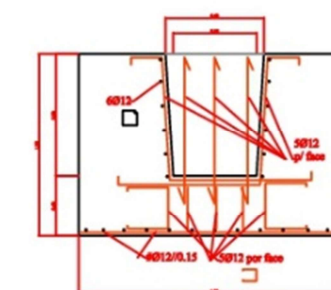
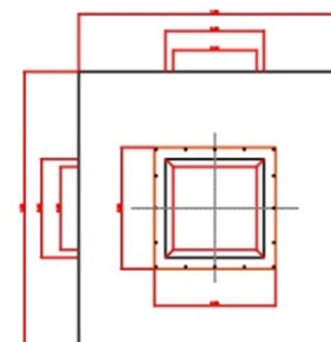
SAPATA S2



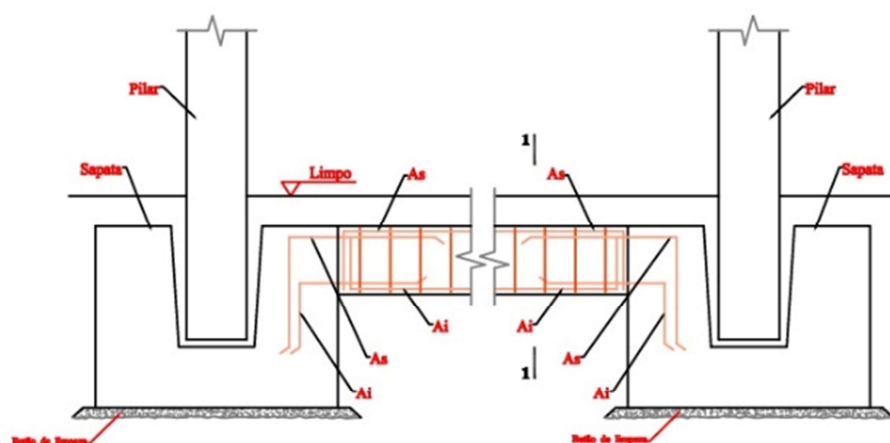
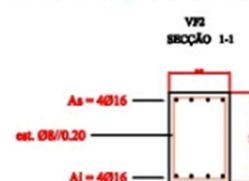
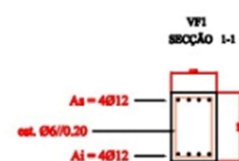
SAPATA S3



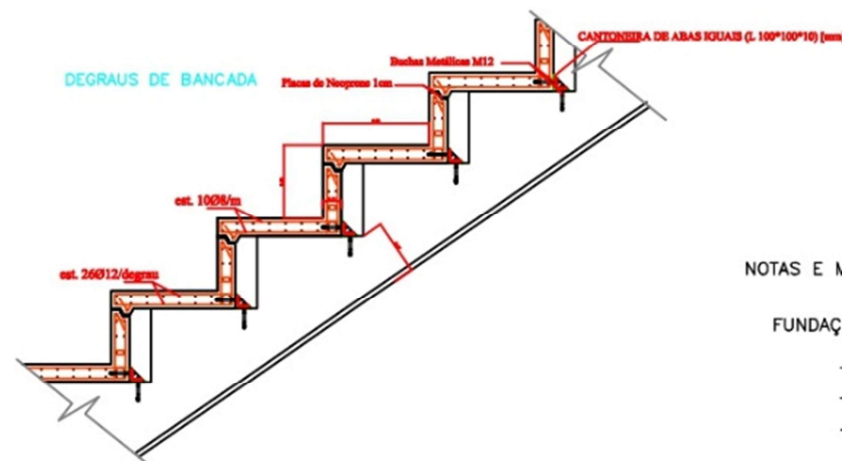
SAPATA S4



LIGAÇÃO VIGA DE FUNDAÇÃO / SAPATA



DEGRAUS DE BANCADA



## NOTAS E MATERIAIS:

## FUNDAÇÃO

- BETÃO DE REGULARIZAÇÃO (LIMPEZA): C12/15
- BETÃO EM FUNDAÇÕES: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: SAPATAS E VIGAS DE FUNDAÇÕES: 5 cm

## ESTRUTURA DE BETÃO ARMADO

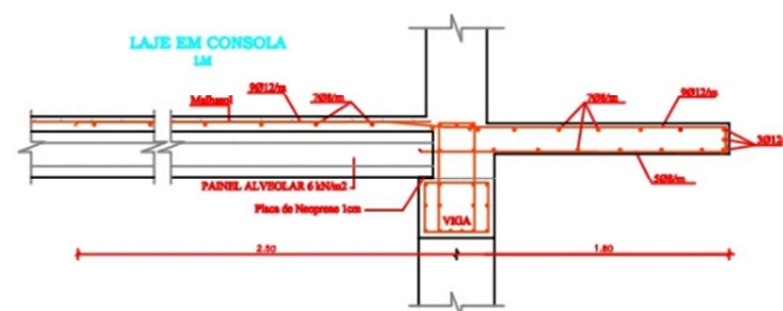
- BETÃO: C30/37
- AÇO: A500 NR
- RECOBRIMENTOS: PAREDES, LAJES: 3.5 cm

## AMARRAÇÕES E SOBREPOSIÇÕES

- SEMPRE QUE NÃO SE ESPECIFICA TIRANTE TODAS AS SOBREPOSIÇÕES SERÃO 100%
- DEVE CONSIDERAR-SE SEMPRE 50% NAS AMARRAÇÕES, SALVO INDICADO EM PLANTA

ADMITE-SE UMA TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL DO SOLO IGUAL A 0.30MPa, DEVENDO SER CONFIRMADA "IN SITU" ATRAVÉS DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO. SE OS ENSAIOS GEOTÉCNICOS AO SOLO SE FUNDAÇÃO DEMONSTRAREM QUE ESTE NÃO GARANTE CAPACIDADE DE CARGA PARA FUNDAÇÕES DIRECTAS, TERÁ DE SER REFORMULADO O TIPO DE FUNDAÇÃO A ADOPTAR.

LAJE EM CONSOLA



Segurança Estrutural

Requerente: CCRDSVIRIVO

Local obra: Rua da Agra - Irivo - Penafiel

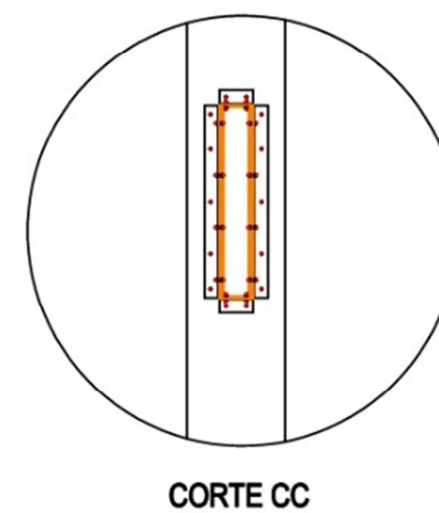
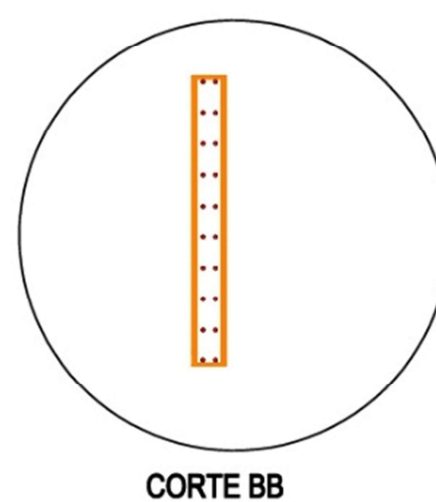
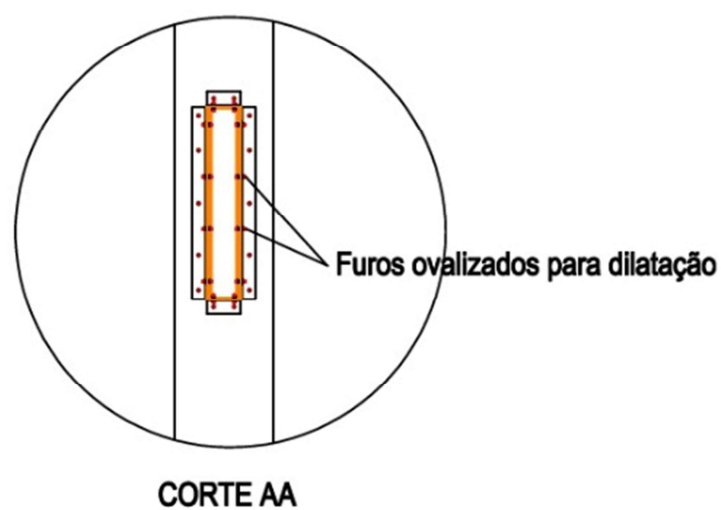
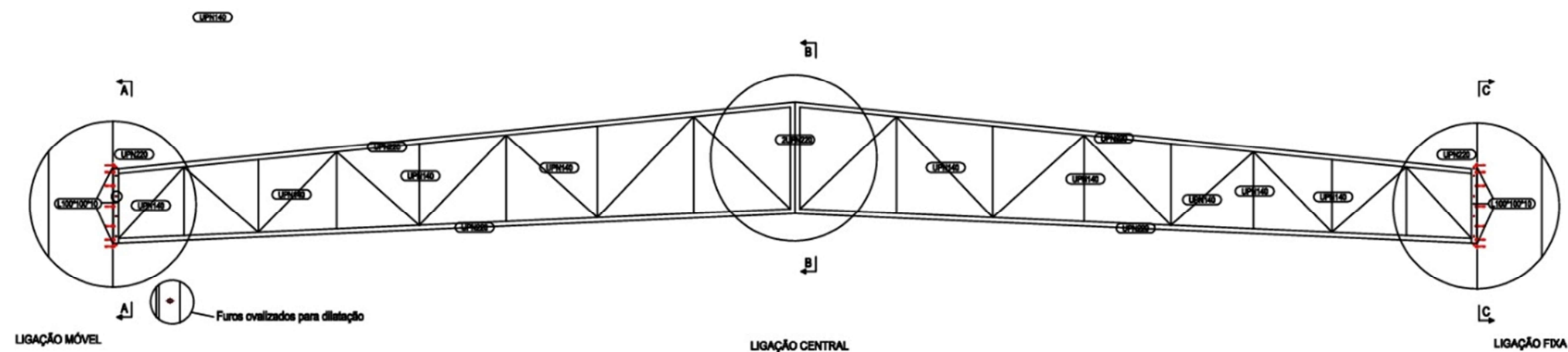
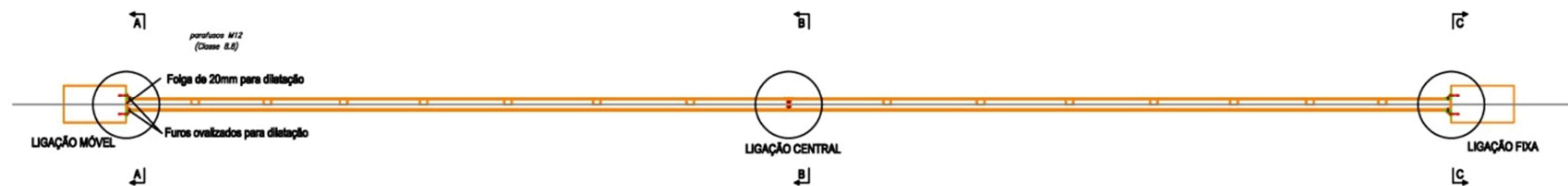
Projecto: PORMENORES GIMNODESPORTIVO E BANCADA

Designação: SAPATAS E LINTEIS, DEGRAUS DE BANCADA E LAJES EM CONSOLA

DATA  
OUT 18

esc: 1/20

DES. Nº  
1subs.  
s. por.



Segurança Estrutural

Requerente : **CCRD SV IRIVO**

Local obra : **Rua da Agra - Irivo - Penafiel**

Projecto : **CONSTRUÇÃO VIGA TRELIÇA**

Designação : **FORMENORES LIGAÇÃO VIGA TRELIÇA**

DATA  
OUT 18

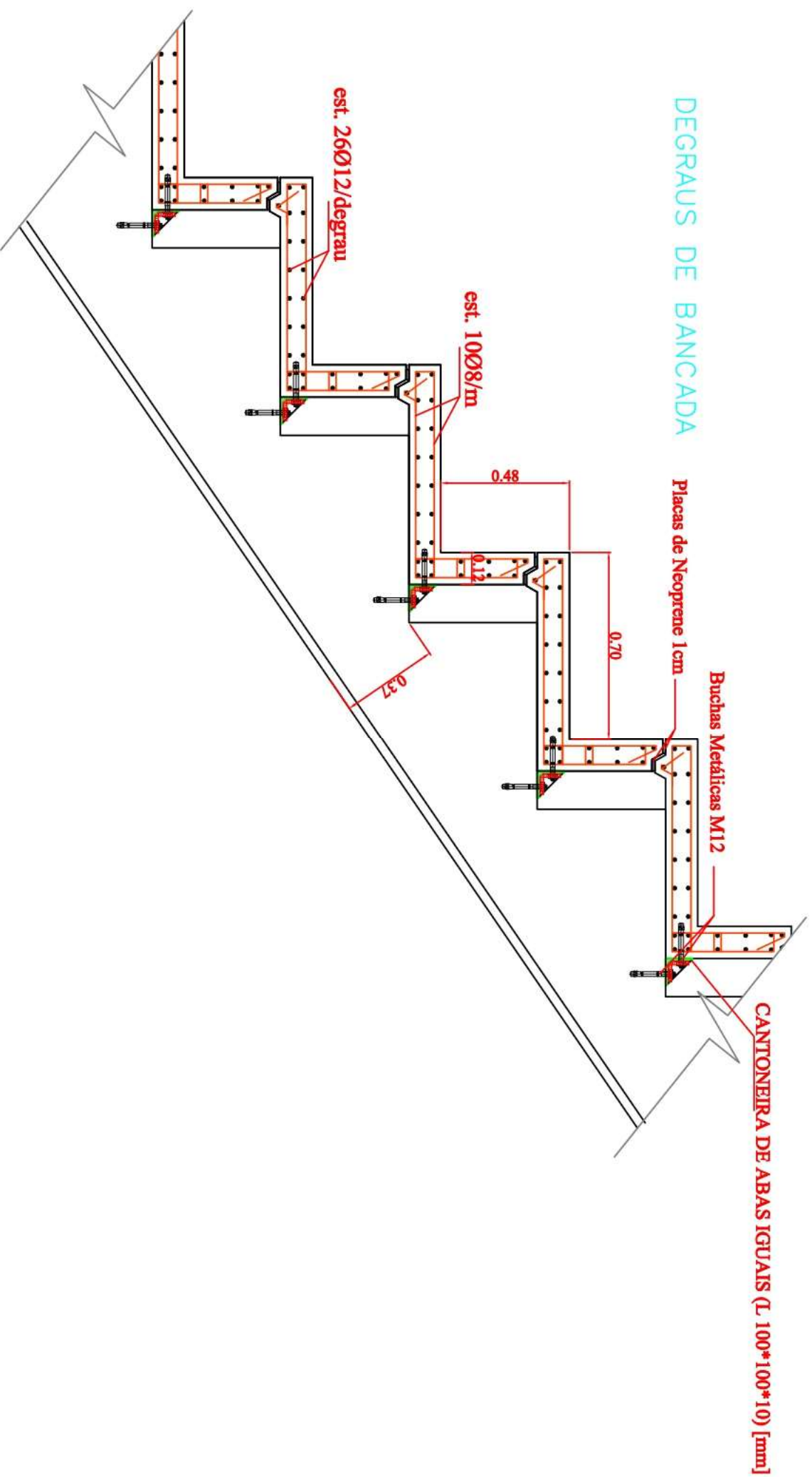
esc: 1/25  
1/50

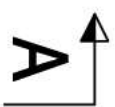
**2**  
DES. Nº

subs.  
s. por.



## DEGRAUS DE BANCADA

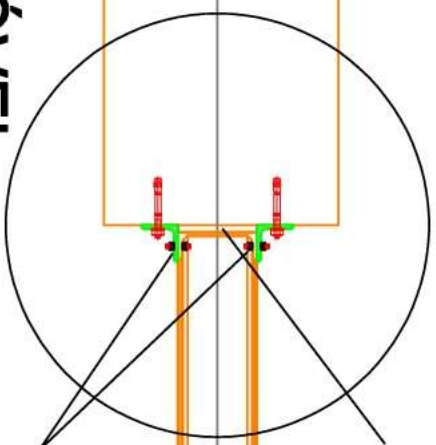




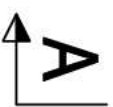
*parafusos M12*  
*(Classe 8.8)*

**Folga de 20mm para dilatação**

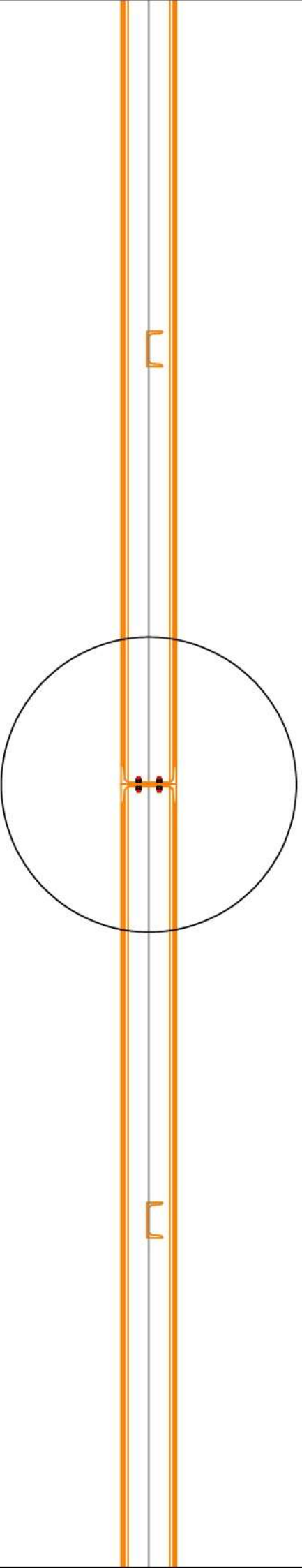
**LIGAÇÃO MÓVEL**



**Furos ovalizados para dilatação**



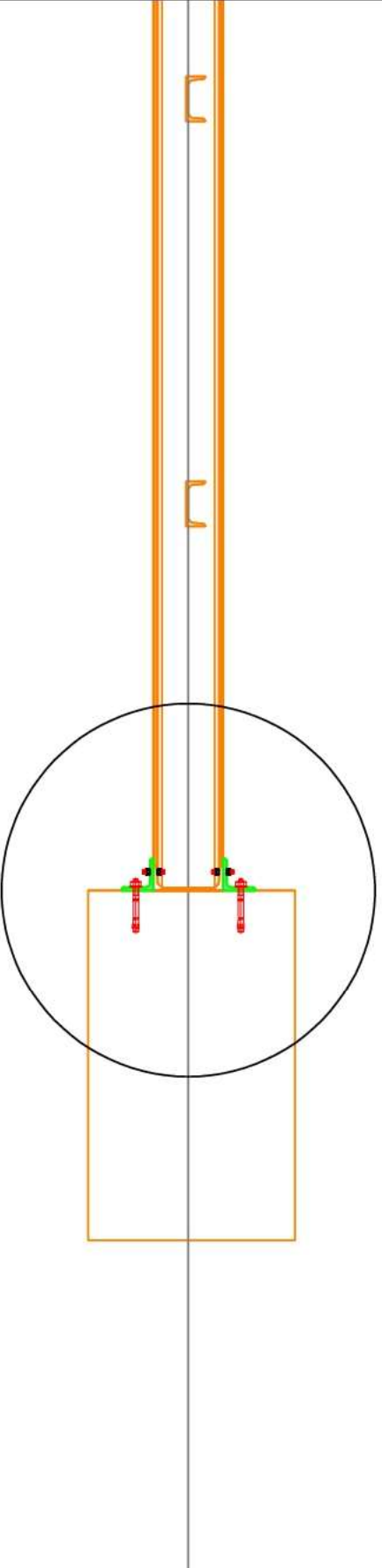
B



LIGAÇÃO CENTRAL

B

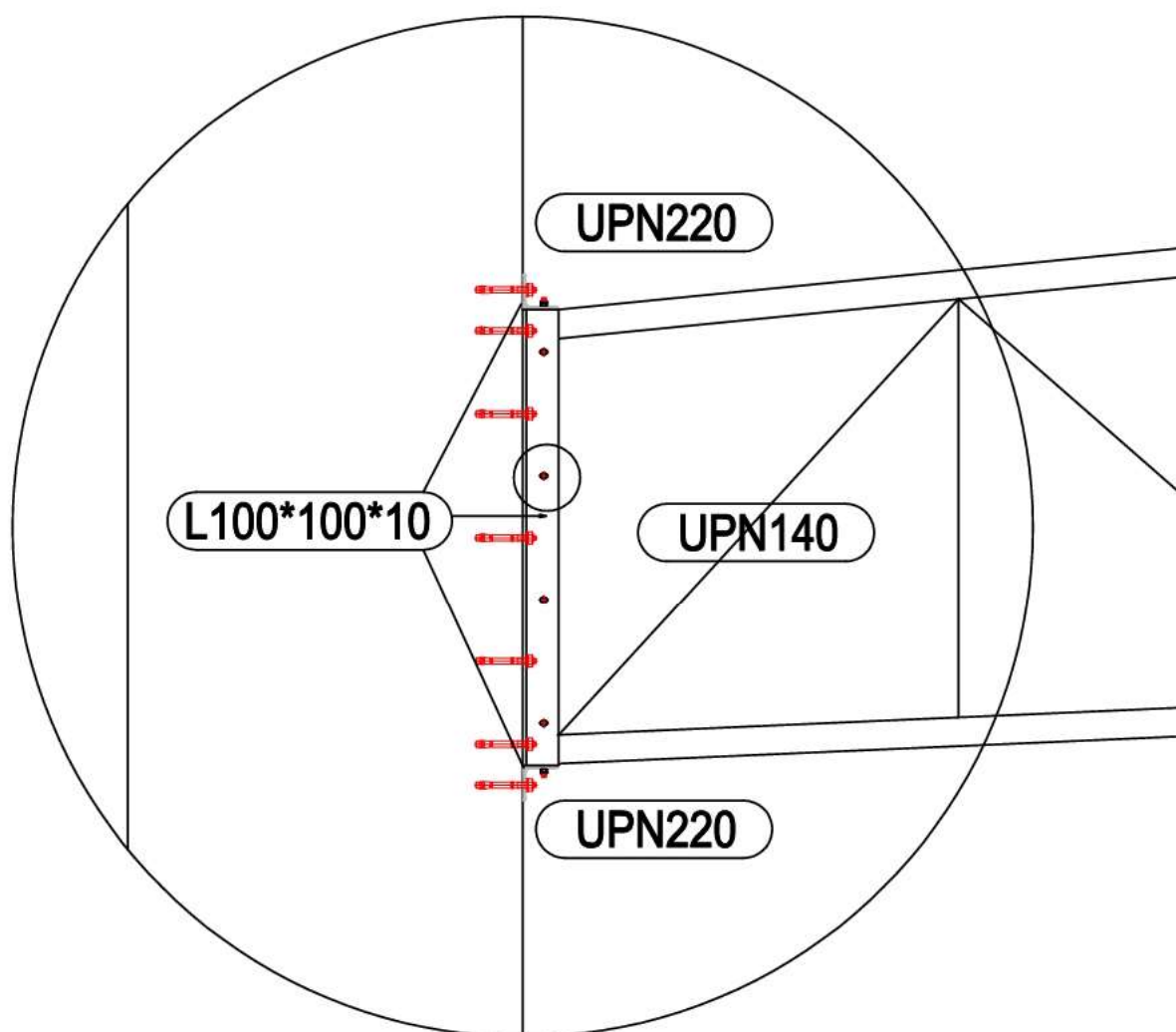
C



LIGAÇÃO FIXA

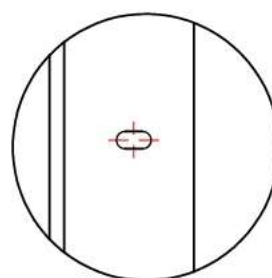
C

A



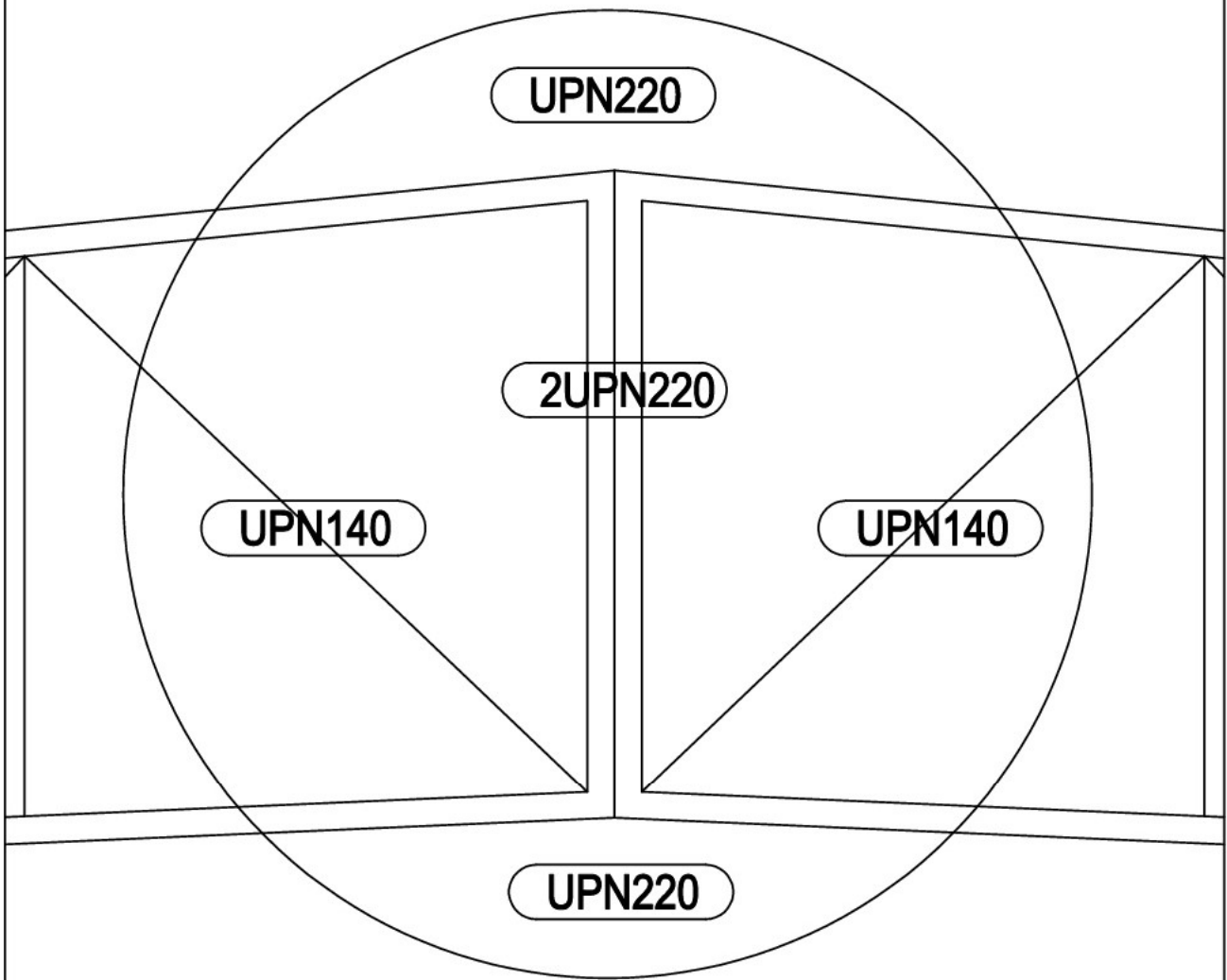
A

LIGAÇÃO MÓVEL



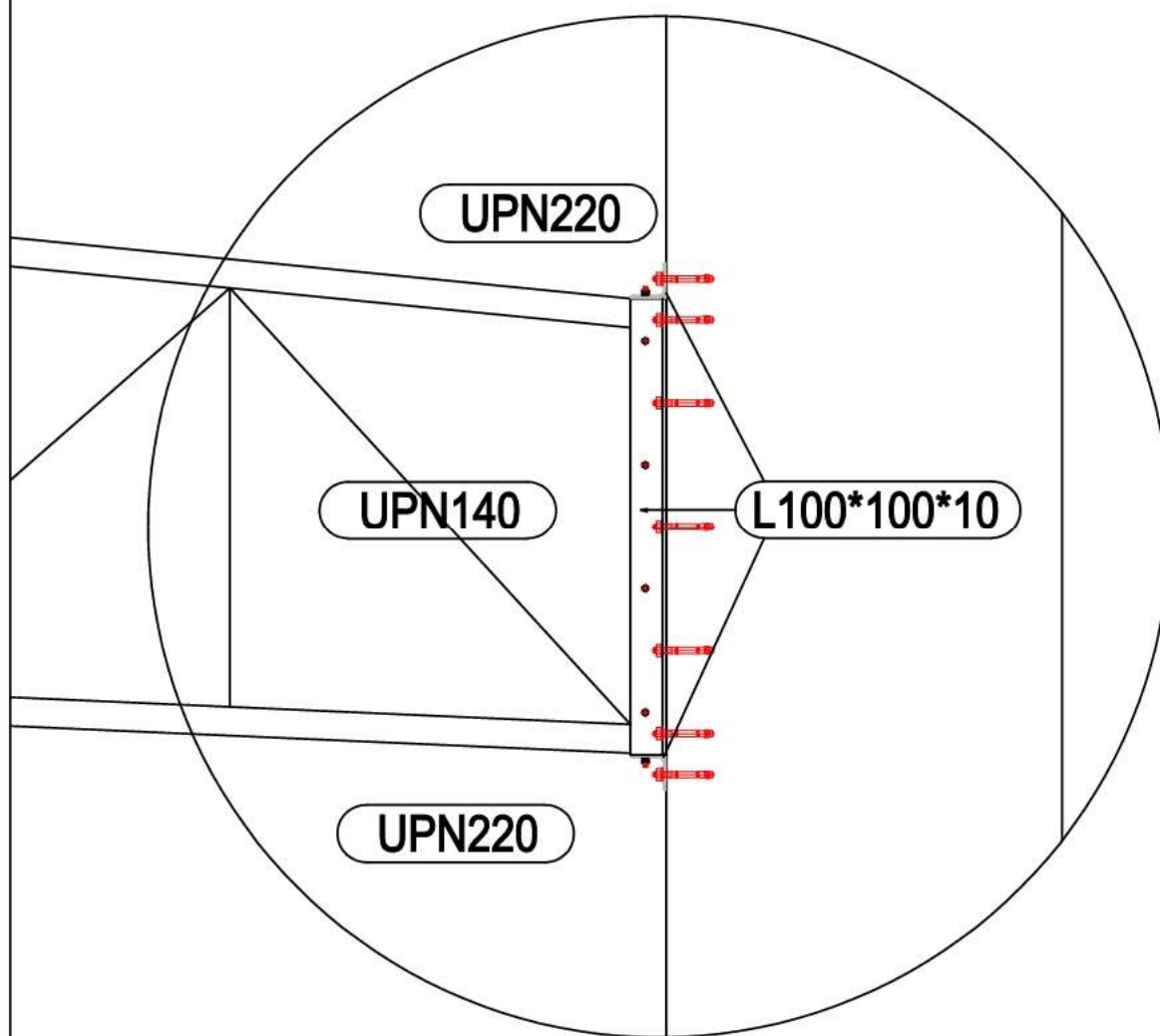
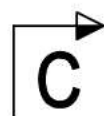
Furos ovalizados para dilatação

B



B

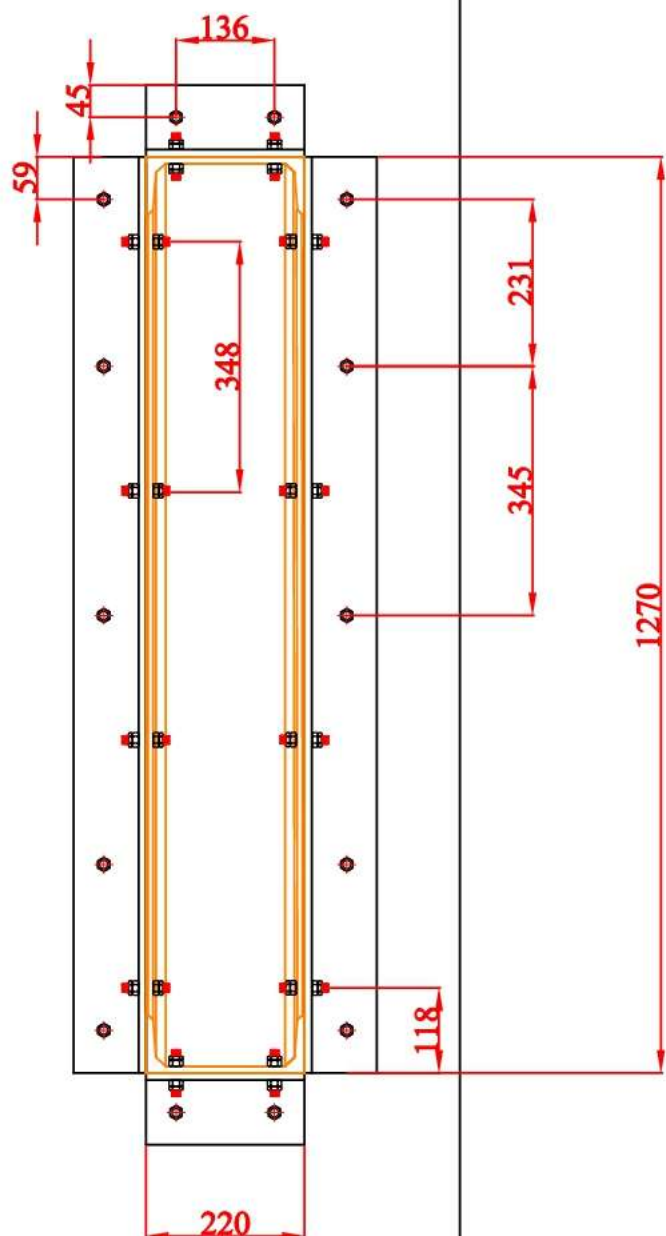
LIGAÇÃO CENTRAL



LIGAÇÃO FIXA

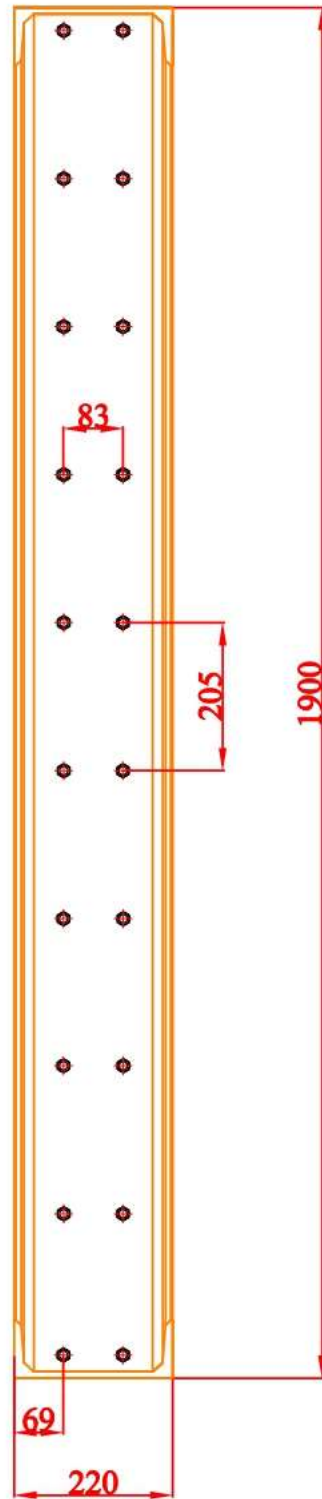


[mm]

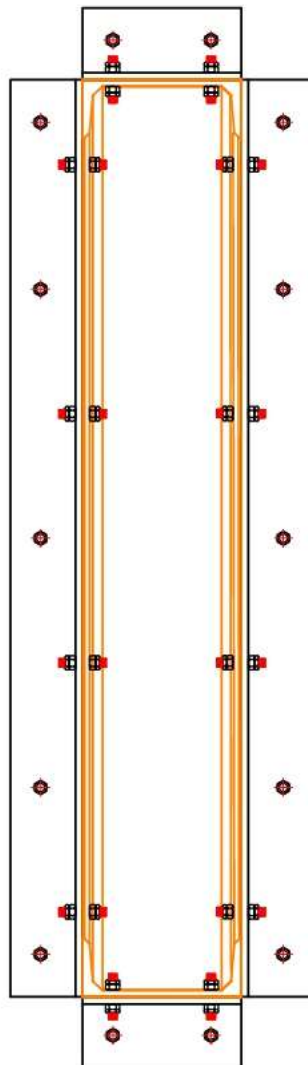


CORTE AA

[mm]



CORTE BB



**CORTE CC**



**ANEXO IX – CONVOCATÓRIA DA REUNIÃO DE CÂMARA MUNICIPAL DE  
PENAFIEL**





## CÂMARA MUNICIPAL DE PENAFIEL

Exmo. (a) Senhor (a)

De acordo com o Regimento da Câmara Municipal, convoca-se V.Ex.<sup>a</sup> para a reunião ordinária, que terá lugar no próximo dia **2 de novembro de 2017**, às **15:00 horas**, no Salão Nobre dos Paços do Município, com os seguintes pontos:

**ORDEM DO DIA****ASSUNTOS PARA DISCUSSÃO E VOTAÇÃO****COMPETÊNCIA PRÓPRIA DA CÂMARA MUNICIPAL**

(...)

**Ponto nº 16**

**Assunto:** Minuta de Contrato Programa de Desenvolvimento Desportivo a celebrar entre o Município de Penafiel e o Centro Cultural Recreativo e Desportivo S. Vicente de Irivo, relativo à concessão de um apoio financeiro no montante de € 75.000,00, para a requalificação de um campo de futebol, mediante a aplicação de um relvado sintético.

(...)

Penafiel, 30 de outubro de 2017

**O Presidente da Câmara Municipal,**

**(Antonino de Sousa, Dr.)**





**ANEXO X – ATA Nº 18/2017 DA CÂMARA MUNICIPAL DE PENAFIEL**



**ATA Nº 18/2017**  
**ATA DA REUNIÃO ORDINÁRIA DA CÂMARA MUNICIPAL DE PENAFIEL**  
**DE 2 DE NOVEMBRO DE 2017**

----- No dia dois de novembro do ano de dois mil e dezassete, pelas quinze horas, nesta Cidade de Penafiel, no salão Nobre dos Paços do Município, estando presentes o Excelentíssimo Senhor Presidente da Câmara Municipal de Penafiel, Antonino Aurélio Vieira de Sousa e os Excelentíssimos Senhores Vereadores, Rodrigo dos Santos Lopes, Susana Paula Barbosa de Oliveira, Adolfo Amílcar Moreno, Pedro Miguel Santana Cepeda, André Manuel Loureiro Correia Ferreira, Fernando Augusto Pacheco Malheiro e Maria Celeste Marinho Carvalho Mesquita, comigo, António Barbeitos, Diretor do Departamento de Gestão Organizacional, realizou-se a Reunião Ordinária Pública, da Câmara Municipal de Penafiel. -----

----- A senhora Vereadora Ana Cristina Castro Alves comunicou a sua ausência, por motivos profissionais. -----

----- A falta foi justificada pelo Senhor Presidente da Câmara Municipal. -----

----- **I - PERÍODO ANTES DA ORDEM DO DIA**-----

----- **INTERVENÇÕES DOS MEMBROS DA CÂMARA MUNICIPAL** -----

----- **O Senhor Vereador Fernando Malheiro** procedeu à apresentação de uma moção com o seguinte teor: -----

----- "Moção -----

----- *Pelo Combate à Poluição no Rio Sousa*-----

Considerando que:-----

----- *O Rio Sousa, tem vindo a sofrer uma pressão crescente resultando num aumento de poluição, provocando a degradação da qualidade da água, a morte de espécies e pondo em risco um conjunto de atividades de lazer dele dependentes;*-----

----- *Este recurso deve ser valorizado não apenas pelo valor comercial que o caracteriza, enquanto fonte de captação ou meio recetor de efluentes, mas principalmente pelos seus valores ambientais e patrimoniais;*-----

----- *A bacia hidrográfica do rio Sousa constitui um importante recurso natural do nosso concelho de Penafiel, do ponto de vista ambiental, mas também social e cultural;* -




documentos que se dão por inteiramente reproduzidos e que passam a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade. -----

----- **Deliberação n.º 23 de 02/11/2017** -----

----- **Assunto:** Atribuição de apoio financeiro à Associação dos Amigos da Cultura de Fonte Arcada no montante de € 350, para fazer face às despesas com a organização do evento “II Trail D’Arcada”. -----

----- **Proposta:** Subscrita pelo Senhor Vereador Pedro Cepeda, datada de 2017-10-26 (**Anexo XII**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Documentos que acompanharam a proposta:** Informação do Pelouro da Juventude e Desporto, datada de 2017-10-26 e proposta de cabimento n.º 2458 (**Anexo XII**) documentos que se dão por inteiramente reproduzidos e que passam a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade. -----

----- **Deliberação n.º 24 de 02/11/2017** -----

----- **Assunto:** Atribuição de apoio financeiro à Associação Desportiva e Cultural São Vicente do Pinheiro, no montante de € 1.500, para fazer face às despesas e quebras de receita com a deslocalização dos jogos da equipa de futebol daquela associação. -----

----- **Proposta:** Subscrita pelo Senhor Vereador Pedro Cepeda, datada de 2017-10-26 (**Anexo XIII**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Documentos que acompanharam a proposta:** Informação do Pelouro da Juventude e Desporto, datada de 2017-10-26 e proposta de cabimento n.º 2459 (**Anexo XIII**) documentos que se dão por inteiramente reproduzidos e que passam a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade. -----

----- **Deliberação n.º 25 de 02/11/2017** -----

----- **Assunto:** Minuta de Contrato Programa de Desenvolvimento Desportivo a celebrar entre o Município de Penafiel e o Centro Cultural Recreativo e Desportivo S. Vicente de Irivo, relativo à concessão de um apoio financeiro no montante de € 75.000,00, para a requalificação de um campo de futebol, mediante a aplicação de um relvado sintético. -----



----- **Proposta:** Subscrita pelo Senhor Vereador Pedro Cepeda, datada de 2017-10-26 (**Anexo XIV**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Documentos que acompanharam a proposta:** Informação do Pelouro da Juventude e Desporto, datada de 2017-10-26, minuta do referido contrato programa, programa de desenvolvimento desportivo e proposta de cabimento nº 2461 (**Anexo XIV**), documentos que se dão por inteiramente reproduzidos e que passam a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade a minuta do protocolo mencionado em assunto e conferir poderes ao senhor Presidente da Câmara Municipal para a sua assinatura. -----

----- **Deliberação n.º 26 de 02/11/2017** -----

----- **Assunto:** Realojamento em situação de emergência social (regime excecional) de Maria Odete Gonçalves, sito na Praceta da Fonte da Cruz, Bloco 1, R/C D-Fração D-T3 - Penafiel. -----

----- **Proposta:** Subscrita pelo Senhor Presidente da Câmara, datada de 2017-09-28 (**Anexo XV**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Documentos que acompanharam a proposta:** Informação da Unidade de Ação Social e Saúde, datada de 2017-09-22 (**Anexo XV**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade. -----

----- **Deliberação n.º 27 de 02/11/2017** -----

----- **Assunto:** Realojamento em situação de emergência social (regime excecional) de Tânia Manuela Gonçalves da Silva, sito na Praceta da Fonte da Cruz, Bloco 3, 3º A—Dto., Fração I-T2 - Penafiel. -----

----- **Proposta:** Subscrita pelo Senhor Presidente da Câmara, datada de 2017-09-28 (**Anexo XVI**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Documentos que acompanharam a proposta:** Informação da Unidade de Ação Social e Saúde, datada de 2017-09-22 (**Anexo XVI**) documento que se dá por inteiramente reproduzido e que passa a fazer parte integrante desta ata. -----

----- **Votação:** Aprovada por unanimidade. -----

----- E eu, \_\_\_\_\_, António Barbeitos, Diretor do Departamento de  
Gestão Organizacional, na qualidade de secretário, a subscrevo e assino,  
conjuntamente com o senhor Presidente da Câmara Municipal. -----

----- O Presidente da Câmara Municipal:-----

